



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ
& ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ & ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Γεωμετρικός Σχεδιασμός & Σήμανση
κυκλικού κόμβου στη διασταύρωση των οδών
Δ. Καραολή και 1^{ης} Μεραρχίας, στη Νεάπολη της Λάρισας**

ΑΘΑΝΑΣΙΑ ΝΙΚΟΛΙΤΣΑ

Βόλος, Ιούλιος 2025

© 2025 Αθανασία Νικολίτσα

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων)

Δρ. Νικόλαος Ηλιού

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής

Δρ. Παντελής Κοπελιάς

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής

Δρ. Ευτυχία Ναθαναήλ

Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κ. Νικόλαο Ηλιού, για την πρόταση που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής, για την τεχνική και πνευματική του συνεισφορά, καθώς και στη συμβολή του στην πραγματοποίηση αυτής της μελέτης, αλλά πρωτίστως στην μετάδοση των γνώσεων και της εμπειρίας του, τόσο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής, όσο και κατά τη διάρκεια διδασκαλίας του μαθήματός του στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω σε όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος τόσο για τις γνώσεις που άπλετα μεταλαμπάδευσαν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, αλλά και για την επαγγελματική τους προσέγγιση που συνέβαλαν πραγματικά στη διεύρυνση των οπτικών οριζόντων μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου που κατά τη διάρκεια αυτού του μεταπτυχιακού, συνεργαστήκαμε και ολοκληρώσαμε ακόμα έναν κύκλο σπουδών. Καταφέραμε επίσης να δημιουργήσουμε σχέσεις συνεργασίας με βάση τον αλληλοσεβασμό και την αλληλοβοήθεια.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου και τους φίλους μου για την υπομονή και την κατανόησή τους.

Αθανασία Νικολίτσα

Βόλος, Ιούνιος 2025

Περίληψη

Οι κόμβοι κυκλικής κίνησης καθιερώνονται όλο και περισσότερο διεθνώς, αφού επιτυγχάνεται με την κατασκευή τους πολύ συχνά με επιτυχία η αντικατάσταση των συμβατικών σηματοδοτούμενων κόμβων αυξάνοντας την χωρητικότητα αλλά και την οδική ασφάλεια τυγχάνοντας εφαρμογή τόσο σε αστικό όσο και σε υπεραστικό περιβάλλον. Αποτελούν διακριτή μορφή ισόπεδου κόμβου με ειδικούς κανόνες γεωμετρικού σχεδιασμού.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία περιγράφονται συνοπτικά τα είδη των κόμβων κυκλικής κίνησης, τα γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των κυκλικών κόμβων, καθώς και η διαδικασία του σχεδιασμού τους. Εκπονείται μελέτη περίπτωσης σχεδιασμού ενός κόμβου κυκλικής κίνησης μορφής κομβιδίου διπλής σταγόνας στη συνοικία Νεάπολης της Λάρισας, στην οδό Καραολή Δημητρίου και 1^{ης} Μεραρχίας κατ' εφαρμογή των προτεινόμενων προδιαγραφών. Η μορφή του κόμβου αποτελεί τον συνδυασμό δύο κομβιδίων σε εγγύτητα με ενοποίηση των δύο κεντρικών νησίδων με διάταξη νησίδας διαχωρισμού. Παρουσιάζεται αναλυτικά ο σχεδιασμός του κόμβου με τη βοήθεια εξειδικευμένου λογισμικού.

Λέξεις κλειδιά: κόμβος κυκλικής κίνησης, αστικό κομβίδιο, κόμβος διπλής σταγόνας, διπλό κομβίδιο,

Abstract

Roundabouts are increasingly being established internationally, as their construction often successfully replaces conventional signalized intersections, enhancing both capacity and road safety. They are applied in both urban and rural environments and represent a distinct type of at-grade intersection with specific geometric design guidelines.

This thesis provides a concise overview of the types of roundabouts, their geometric and operational characteristics, as well as the design process involved. A case study is conducted focusing on the design of a mini double teardrop roundabout in Neapoli district of Larissa, at the intersection of Karaoli Dimitriou and 1st Merarchias Streets, following the proposed design specifications. The configuration of the roundabout consists of a combination of two closely positioned mini roundabouts, with the central islands unified and a separation island layout applied. The design process is presented in detail with the assistance of specialized software.

Keywords: Roundabouts, mini roundabout, teardrop roundabout, double roundabout

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	14
1.1 Αντικείμενο μελέτης.....	14
1.2 Στόχοι διπλωματικής εργασίας.....	14
1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας	15
Κεφάλαιο 2 ^ο . Βασικοί ορισμοί και χαρακτηριστικά κυκλικών κόμβων.....	16
2.1 Ιστορική αναδρομή	16
2.2 Χαρακτηριστικά και βασικά στοιχεία κυκλικών κόμβων	18
2.3 Αξιολόγηση Κόμβων Κυκλικής Κίνησης: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα	22
2.4 Κατηγορίες Κόμβων Κυκλικής Κίνησης.....	27
2.5 Εφαρμογή κυκλικών κόμβων σε ανισόπεδους κόμβους.....	35
2. 6 Έλεγχος καταλληλότητας εφαρμογής του ισόπεδου κόμβου Κ3.....	38
Κεφάλαιο 3 ^ο . Σχεδιασμός κόμβου κυκλικής κίνησης.....	39
3.1 Τα βήματα	39
3.2 Γεωμετρικός Σχεδιασμός Κόμβου Κυκλικής Κίνησης.	40
3.3 Εφαρμογή στη διασταύρωση Καραολή Δημητρίου και 1ης Μεραρχίας, στη Νεάπολη της Λάρισας	40
3.4 Στόχοι σχεδιασμού του προτεινόμενου κυκλικού κόμβου.....	40
3.5 Υφιστάμενη κατάσταση διασταύρωσης-κατηγορίες συμβαλλόμενων οδών	41
3.6 Όχημα σχεδιασμού	43
3.7 Στοιχεία σχεδιασμού	45
3.8 Πλάτος δακτυλίου	48
3.9 Αριθμός Λωρίδων δακτυλίου κυκλοφορίας και εισόδων εξόδων.....	49

3.10 Διάταξη κλάδων πρόσβασης	50
3.11 Γωνίες μεταξύ σκελών	52
3.12 Είσοδοι δακτυλίου κυκλοφορίας	53
3.13 Έξοδοι δακτυλίου κυκλοφορίας	55
3.14 Διαμόρφωση αποκλειστικών λωρίδων δεξιάς στρόφης.	56
3.15 Υψομετρική διαμόρφωση και αποχέτευση καταστρώματος κόμβου κυκλικής κίνησης.	59
3.16 Κράσπεδα-Οδόστρωμα	60
3.17 Νησίδα διαχωρισμού με διαμόρφωση πεζοδιαβάσεων.....	62
3.18 Ορατότητα	63
3.19 Πεζοδιαβάσεις	75
3.20 Αισθητική.....	76
3.21 Κυκλοφοριακή σήμανση	77
3.21.1 Οριζόντια σήμανση	77
3.21.2 Κατακόρυφη σήμανση.....	78
3.22 Οριζοντιογραφία.....	79
Βιβλιογραφία	81
Ελληνική	81
Ξένα.....	81
Ιστότοποι	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Κ3 Πηγή: ΟΜΟΕ Κ ³	25
Πίνακας 2. Επιλογή οχήματος σχεδιασμού. Πηγή ΟΜΟΕ Κ ³ 2012.....	44
Πίνακας 3. Συνιστώμενη διάμετρος κύκλου εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου	46
Πίνακας 4. Τυπικά πεδία τιμών σχεδιασμού γεωμετρικών παραμέτρων.....	47
Πίνακας 5. Διαστάσεις γεωμετρικών παραμέτρων σχεδιασμού σε κόμβο κυκλικής κίνησης. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012.	47
Πίνακας 6. Συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού συναρτήσει της κατηγορίας του κυκλικού κόμβου. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012.....	55
Πίνακας 7. Είδος κρασπέδου σε σχέση με την περιοχή του κόμβου. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012	60
Πίνακας 8. Απόσταση ορατότητας ανάλογα με την ταχύτητα κίνησης. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ3, 2012.	65
Πίνακας 9: Ελάχιστα μήκη πλευρών τριγώνων ορατότητας. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3, 2012	66

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.Βασικά στοιχεία τυπικού κόμβου κυκλικής κίνησης. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ3 2012	21
Σχήμα 2. Αναπαράσταση κινήσεων K^3 . Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012.....	22
Σχήμα 3. Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε K^3	23
Σχήμα 4. Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε K^3	23
Σχήμα 5.Σημεία Σύγκρουσης σε συμβατικό κόμβο και σε K^3 . Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012).	24
Σχήμα 6.Κατηγοριοποίηση κόμβων κυκλικής κίνησης βάσει μορφής και κυκλοφοριακής ικανότητας. Πηγή: Brilion W, 2018TRB Roundabout Conference Vail/CO May 2005	28
Σχήμα 7. Κατασκευή κυκλικής νησίδας σε υφιστάμενο οδόστρωμα.	29
Σχήμα 8. Τυπική διαμόρφωση υπερβατού κρασπέδου κεντρικής νησίδας.	30
Σχήμα 9. Βασικά χαρακτηριστικά κομβιδίου Πηγή: ΟΜΟΕ-Κ3, 2012	31
Σχήμα 10. Δίδυμο δεξιόστροφο κομβίδιο - double mini roundabout.	32
Σχήμα 11. Διάταξη σπειροειδούς δακτυλίου κυκλοφορίας (turbo- K^3). Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012..	35
Σχήμα 12. Εφαρμογή K^3 σε ανισόπεδους κόμβους μορφής ρόμβου. Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012.....	36
Σχήμα 13. Εφαρμογής K^3 σε ΑΚ με δύο K^3 και πολλαπλά σκέλη. Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012	36
Σχήμα 14.Εφαρμογή Κ3 σε ανισόπεδο κόμβο μορφής τρομπέτας. Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012.....	37
Σχήμα 15. Αρχικά στάδια διαδικασίας απόφασης επιλογής κατασκευής ενός K^3	38
Σχήμα 16. Βήματα σχεδιασμού κόμβου κυκλικής κίνησης. Πηγή ΟΜΟΕ K^3 , 2012	39
Σχήμα 17. Γεωμετρικές παράμετροι σχεδιασμού. Πηγή ΟΜΟΕ K^3 , 2012.	46
Σχήμα 18. Απαιτούμενος αριθμός λωρίδων δακτυλίου κυκλοφορίας. Πηγή ΟΜΟΕ K^3 , 2012 ...	50
Σχήμα 19. Άξονας οδού πρόσβασης σε ευθεία με το κέντρο του κύκλου. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ3, 2012.	51
Σχήμα 20. Άξονας οδού πρόσβασης αριστερά από το κέντρο του κόμβου. Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012	51
Σχήμα 21. Άξονας οδού πρόσβασης δεξιά από το κέντρο του κόμβου (ΟΜΟΕ K^3 , 2012)	51

Σχήμα 22.Τυπική διαμόρφωση κόμβου 3-σκελή μορφής Τ αριστερά και κόμβου τρισκελή μορφής Υ δεξιά. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3, 2012.....	52
Σχήμα 23. Τροποποίηση σκελών πρόσβασης κόμβου 3-σκελή μορφής Υ Πηγή ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012	53
Σχήμα 24. Τυπική μορφή εισόδου. Πηγή ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012	53
Σχήμα 25. Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου για μείωση ταχύτητας. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012	54
Σχήμα 26.Ο άξονας της εξόδου διέρχεται από το κέντρο του κύκλου. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3,2012....	56
Σχήμα 27. Ο άξονας της εξόδου διέρχεται αριστερά από το κέντρο του κύκλου. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3, 2012.....	56
Σχήμα 28.Εφαρμογή παρακακμπτηρίου κλάδου αποκλειστικά δεξιάς στροφής. Πηγή ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012.	57
Σχήμα 29. Διαμόρφωση παράλληλης δεξιάς στροφής μέχρι την περίμετρο του δακτυλίου, με ή χωρίς λωρίδα αποκλεισμού. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3, 2012.	58
Σχήμα 30. Χρήση υπερυψωμένης νησίδας δεξιάς στροφής. Πηγή ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012.....	58
Σχήμα 31.Παρακαμπτήριο κλάδος δεξιάς στροφής με λωρίδα επιτάχυνσης. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012.	59
Σχήμα 32. Μονοκλινές οδόστρωμα σε δακτύλιο 1 λωρίδας. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012.	60
Σχήμα 33. Δικλινές οδόστρωμα σε δακτύλιο με 2 ή περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας.	61
Σχήμα 34. Διακοπή νησίδας για διαμόρφωση πεζοδιάβασης Πηγή: ΟΜΟΕ Κ ³ , 2012	62
Σχήμα 35. Λεπτομέρεια σχεδιασμού γωνιών τριγωνοειδών νησίδων.	63
Σχήμα 36. Μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον Κ ³	64
Σχήμα 37. Μήκος ορατότητας για στάση επί δακτυλίου κυκλοφορίας Κ ³	64
Σχήμα 38. Μήκος ορατότητας για στάση μέχρι τη διάβαση πεζών στον Κ ³	64
Σχήμα 39. Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας.....	65
Σχήμα 40. Τυπική οριζόντια σήμανση πεζοδιάβασης. Πηγή ΟΜΟΕ ΙΚ, 2011.....	76

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Columbus Circle, Νέα Υόρκη. Πηγή: ιστόστοπος https://www.oldpics.org/	16
Εικόνα 2: Η πλατεία Place de l'Étoile στο Παρίσι.	17
Εικόνα 3. Χαρακτηριστικά κόμβου κυκλικής κίνησης.	21
Εικόνα 4. Κομβίδια με κεντρική νησίδα πλήρως διελεύσιμη από φορτηγά.....	29
Εικόνα 5. Κομβίδιο κυκλικής κίνησης σε υφιστάμενη διασταύρωση με υπερυψωμένη κεντρική νησίδα (συνιστάται υπερύψωση max 12,5 cm στο κέντρο). Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2012)	30
Εικόνα 6. Αστικός συνεπτυγμένος K3, Village of Great Neck Plaza, Νέα Υόρκη.....	33
Εικόνα 7: Παραδείγματα K^3 μορφής διπλής σταγόνας. Πηγή ΟΜΟΕ K3	37
Εικόνα 8. Διασταύρωση οδών Καραολή Δ και 1ης Μεραρχίας στη Λάρισα. Θέαση από ιστότοπο google earth	42
Εικόνα 9.Θέση κόμβου όπου φαίνεται η λειτουργική κατάταξη των διασταυρούμενων οδών. 42	
Εικόνα 10. Απόσπασμα από το ρυμοτομικό σχέδιο με απόδοση.....	43
Εικόνα 11. Διαστάσεις οχήματος σχεδιασμού, λεωφορείου αστικής συγκοινωνίας.	44
Εικόνα 12. Ακτίνες στροφής οχήματος σχεδιασμού Πηγή: AutoTURN template.....	45
Εικόνα 13. Το φαινόμενο μορφής ύβου καμήλας στον δακτύλιο κυκλοφορίας.	49
Εικόνα 14. Επίστρωση υπερβατής ζώνης δίχρωμα, σχηματίζοντας βέλη κυκλοφορίας.	61
Εικόνα 15.Μήκος ορατότητας κλάδου εισόδου για στάση πριν τη διάβαση πεζών.	66
Εικόνα 16.Μήκος ορατότητας του κλάδου εξόδου για στάση πριν τη διάβαση πεζών.	67
Εικόνα 18. Μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΒΔ κλάδο της οδού 1 ^{ης} Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.....	68
Εικόνα 19 Μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΒΑ κλάδο της οδού Καραολή Δ. Πηγή: Ιδία επεξεργασία	68
Εικόνα 20 Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας από την οδό ΒΔ κλάδο της οδού 1 ^{ης} Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.....	69

Εικόνα 21 Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας από ΒΑ κλάδο της οδού Καραολή Δημητρίου. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.....	69
Εικόνα 22. Γωνία εισόδου στον δακτύλιο κυκλοφορίας από την ΒΔ κλάδο της οδού 1ης Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.....	70
Εικόνα 23. Γωνία εισόδου στον δακτύλιο κυκλοφορίας από τον ΝΑ κλάδο της 1ης Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία	71
Εικόνα 24. Μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΝΑ κλάδο της οδού 1ης Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία	72
Εικόνα 25. Το μήκος ορατότητας για στάση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας και κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΝΔ κλάδο της οδού Καραολή Δ.. Πηγή: Ιδία επεξεργασία	73
Εικόνα 26 τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας από τον ΝΑ κλάδο της οδού 1 ^{ης} Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.....	74
Εικόνα 27.Γωνία εισόδου στον δακτύλιο κυκλοφορίας από την ΒΔ κλάδο της οδού 1ης Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.....	75

Εισαγωγή

Στο 1^ο κεφάλαιο περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο μελέτης, τους στόχους και τη δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

1.1 Αντικείμενο μελέτης

Οι ισόπεδες διασταυρώσεις στο οδικό δίκτυο αποτελούν περιοχές υψηλής επικινδυνότητας, καθώς χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό εμπλοκών οχημάτων, ιδιαίτερα με πεζούς. Στο αστικό δίκτυο κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό όσον αφορά τη συχνότητα ατυχημάτων. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας των χαμηλών επιπέδων ασφαλείας, σε σηματοδοτούμενους και μη κόμβους.

Οι κυκλικοί κόμβοι εφαρμόζονται ολοένα και περισσότερο διεθνώς, καθώς η διαμόρφωση αυτών επιφέρει μειωμένες ταχύτητες των οχημάτων κατά την είσοδο και έξοδο στον κόμβο και καλύτερα επίπεδα οδικής ασφάλειας. Εξασφαλίζουν μείωση των σημείων σύγκρουσης, τόσο μεταξύ οχημάτων, όσο και μεταξύ οχημάτων με πεζούς, προσφέροντας ασφάλεια στους πεζούς με την ύπαρξη διαχωριστικών νησίδων. Όμως για την ορθή λειτουργία και αποδοτικότητά τους, απαιτούν σωστό γεωμετρικό σχεδιασμό, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και την κατάλληλη προσαρμογή των παραμέτρων στην εκάστοτε περιοχή.

1.2 Στόχοι διπλωματικής εργασίας

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η κατανόηση των διαφόρων χαρακτηριστικών των κυκλικών κόμβων και η εφαρμογή τους με στόχο τον ορθό γεωμετρικό σχεδιασμό τους. Στη συνέχεια, εφαρμόζονται πρακτικά οι οδηγίες των ΟΜΟΕ-Κ3 με χρήση κατάλληλου λογισμικού, προκειμένου να σχεδιαστεί η οριζοντιογραφία ενός αστικού κόμβου κυκλικής κίνησης μίας λωρίδας προς αντικατάσταση μη σηματοδοτούμενης διασταύρωσης.

1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το αντικείμενο και οι στόχοι της διπλωματικής εργασίας, καθώς και η δομή της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται ιστορική αναδρομή, παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία των κυκλικών κόμβων, έπειτα αναλύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που μπορεί να παρουσιάσει μία κυκλική διάταξη. Περιγράφονται οι κατηγορίες των κυκλικών κόμβων. Τέλος, καταγράφονται τα κριτήρια επιλογής κατασκευής και τα στάδια κατασκευής ενός κυκλικού κόμβου.

Το τρίτο κεφάλαιο αρχίζει εισαγωγικά με τα επιμέρους κατασκευαστικά χαρακτηριστικά με τα οποία σχεδιάστηκε ο κυκλικός κόμβος. Ακολουθεί εκτενής περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της υπάρχουσας διασταύρωσης και αναλύονται οι στόχοι σχεδιασμού της συγκεκριμένης πρότασης. Στη συνέχεια, διατυπώνεται βήμα-βήμα ο γεωμετρικός και λειτουργικός σχεδιασμός του προτεινόμενου κυκλικού κόμβου, σύμφωνα με τις (ΟΜΟΕ-Κ3, 2012) και τις επιλογές που πραγματοποιήθηκαν για τον ορθό σχεδιασμό του. Περιγράφεται επίσης η τοποθέτηση κυκλοφοριακής σήμανσης. Μετά την ανάλυση της κυκλοφοριακής σήμανσης, παρουσιάζεται η τελική οριζοντιογραφική αποτύπωση του προτεινόμενου κυκλικού κόμβου, όπως σχεδιάστηκε με τη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού.

Κεφάλαιο 2^ο. Βασικοί ορισμοί και χαρακτηριστικά κυκλικών κόμβων

2.1 Ιστορική αναδρομή

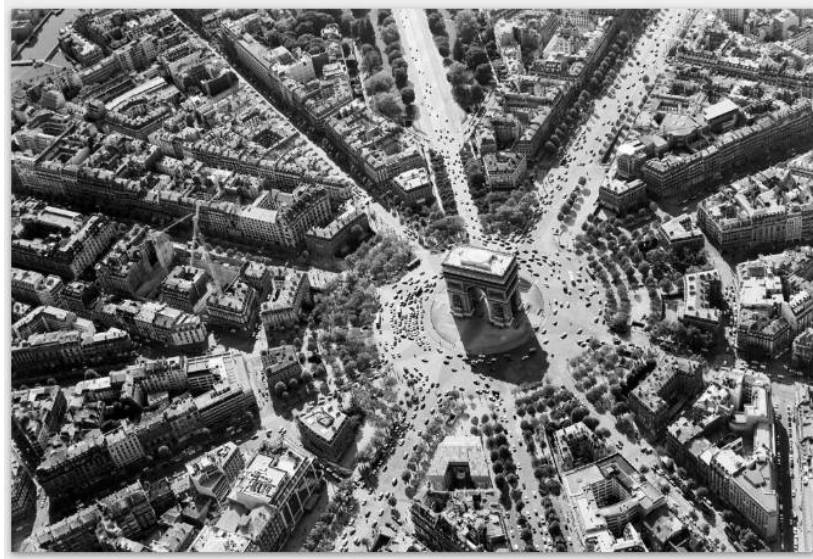
Η ιδέα της κυκλικής οργάνωσης της κυκλοφορίας εμφανίζεται ήδη από τα τέλη του 18ου αιώνα, ωστόσο οι πρώτες ουσιαστικές εφαρμογές έγιναν σταδιακά στις αρχές του 20ού αιώνα. Ένα χαρακτηριστικό πρώιμο παράδειγμα αυτής της προσέγγισης είναι το “Columbus Circle” στη Νέα Υόρκη, το οποίο ολοκληρώθηκε το 1905 υπό την καθοδήγηση του William Phelps Eno, που θεωρείται «πατέρας της οδικής ασφάλειας». Ο σχεδιασμός του αποσκοπούσε στη διαχείριση της κυκλοφορίας στο Μανχάταν, ενώ στο κέντρο του δεσπόζει το μνημείο του Χριστόφορου Κολόμβου, ακολουθώντας τη συνήθη πρακτική τοποθέτησης μνημείων στο κέντρο κυκλικών κόμβων για λόγους προσανατολισμού αλλά και αισθητικής αναβάθμισης του χώρου.



Εικόνα 1. Columbus Circle, Νέα Υόρκη. Πηγή: ιστότοπος <https://www.oldpics.org/>

Στην Ευρώπη, ένα από τα πλέον εμβληματικά παραδείγματα κυκλικού κόμβου είναι η “Place de l'Étoile” στο Παρίσι, γνωστή και ως «Πλατεία του Αστεριού», όπου συγκλίνουν δώδεκα λεωφόροι, περιλαμβανομένων της περίφημης Λεωφόρου των Ηλυσίων Πεδίων (Champs-Élysées). Η πλατεία αυτή λειτούργησε ως κόμβος κυκλοφορίας από το 1907 και αποτέλεσε υπόδειγμα για ανάλογες επεμβάσεις σε άλλα ευρωπαϊκά αστικά κέντρα, ιδιαίτερα μετά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, περίοδο

κατά την οποία η Γαλλία υπήρξε σημείο αναφοράς στον σχεδιασμό του αστικού οδικού δικτύου.



Εικόνα 2: Η πλατεία Place de l'Étoile στο Παρίσι.
Πηγή: Ιστότοπος <https://www.artphotolimited.com/>

Κατά την πρώτη φάση εφαρμογής των κυκλικών κόμβων σε ΗΠΑ και Ευρώπη, υπήρξαν προβλήματα ασφαλείας λόγω της έλλειψης τυποποιημένων κανόνων κυκλοφορίας και των μεγάλων ταχυτήτων εισόδου, γεγονός που οδήγησε σε υψηλά ποσοστά ατυχημάτων και περιορισμό της αποδοχής τους στις ΗΠΑ μετά τη δεκαετία του 1950. Ωστόσο, στη δεκαετία του 1960, το Ηνωμένο Βασίλειο ανέπτυξε το μοντέλο του **σύγχρονου κυκλικού κόμβου (modern roundabout)**, το οποίο εισήγαγε τον κανόνα προτεραιότητας στα οχήματα που κινούνται ήδη εντός του κόμβου, ενώ συνδύασε γεωμετρικά χαρακτηριστικά (στένωση εισόδων, γωνίες προσέγγισης, μικρότερες διαμέτρους) που μειώνουν τις ταχύτητες και βελτιώνουν την ασφάλεια.

Η επιτυχία των βρετανικών σύγχρονων κόμβων, καθώς και η δημοσίευση αποτελεσμάτων μείωσης ατυχημάτων έως και 75% σε σύγκριση με σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις, οδήγησε στην υιοθέτηση του μοντέλου σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες (όπως η Γαλλία, η Ολλανδία και η Γερμανία) και αργότερα σε περιοχές της Βόρειας Αμερικής, όπου αναβιώθηκε του ενδιαφέροντος από τις δεκαετίες του 1990 και μετά.

Σήμερα, οι σύγχρονοι κυκλικοί κόμβοι αναγνωρίζονται ως ένα εργαλείο βελτίωσης της αστικής κινητικότητας, καθώς επιτρέπουν την ομαλή ροή της κυκλοφορίας, περιορίζουν τις καθυστερήσεις, βελτιώνουν την ασφάλεια μειώνοντας τα σημεία πιθανής σύγκρουσης σε σχέση με μία παραδοσιακή διασταύρωση και συμβάλλουν

στη μείωση των εκπομπών ρύπων λόγω της μικρότερης ανάγκης στάσης και εκκίνησης των οχημάτων.

2.2 Χαρακτηριστικά και βασικά στοιχεία κυκλικών κόμβων

Οι κόμβοι κυκλικής κίνησης χαρακτηρίζονται από γεωμετρικά στοιχεία που σχετίζονται με την κυκλοειδή τους διαμόρφωση. Επομένως, τα στοιχεία αυτά δεν απαντώνται σε άλλες διαμορφώσεις κόμβων εκτός από κάποια ειδικά που εντοπίζονται και σε άλλους τύπους διασταυρώσεων ή συμβολών με παρόμοια λειτουργία. Τα πιο σημαντικά περιγράφονται παρακάτω, όπως αναφέρονται στις ΟΜΟΕ-Κ3, 2012.

- Κεντρική νησίδα κόμβου κυκλικής κίνησης (Central island): η υπερυψωμένη κυκλική νησίδα πέριξ της οποίας διεξάγεται η κυκλοφορία των οχημάτων.
- Σκέλη - προσβάσεις κόμβου (Intersection approaches): οι συμβαλλόμενες στον κόμβο οδοί που ανέρχονται σε τρεις ή περισσότερες.
- Νησίδα διαχωρισμού (Splitter island): η επιφάνεια αποκλεισμού του οδοστρώματος που προβλέπεται σε κάθε πρόσβαση του κόμβου και διαχωρίζει την εισερχόμενη από την εξερχόμενη στον κόμβο κυκλοφορία των οχημάτων, ρυθμίζει την ταχύτητα των εισερχομένων οχημάτων και προσφέρει καταφύγιο στους πεζούς που περνούν κάθετα την συμβαλλόμενη οδό. Συνήθως είναι υπερυψωμένη με κράσπεδα, αλλά μπορεί να συνίσταται σε οριζόντια διαγράμμιση.
- Δακτύλιος κυκλοφορίας (Circulatory roadway): ο χώρος της κυκλοφορίας των οχημάτων πέριξ της κεντρικής νησίδας του κόμβου. Σημειώνεται ότι η κυκλοφορία διεξάγεται αριστερόστροφα.
- Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας (Apron):: δακτύλιος μεταξύ της κεντρικής νησίδας και του δακτυλίου κυκλοφορίας που κατασκευάζεται όταν απαιτείται από τον σχεδιασμό του κόμβου για τη διέλευση των βαρέων οχημάτων. Η εφαρμογή του εξαρτάται από το μέγεθος της ακτίνας της κεντρικής νησίδας και από το όχημα σχεδιασμού.
- Οριογραμμή εισόδου (Entrance line): οριζόντια διαγράμμιση εγκάρσια της πρόσβασης στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Γενικά τοποθετείται στην εξωτερική

περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας και οριοθετεί τα αναμενόμενα σημεία εμπλοκής μεταξύ των εισερχόμενων στον δακτύλιο κυκλοφορίας οχημάτων και των ήδη κινούμενων σε αυτόν, δίνοντας σχεδόν πάντα προτεραιότητα στα τελευταία συνήθως με τοποθέτηση των πινακίδων P-1 και P-53.

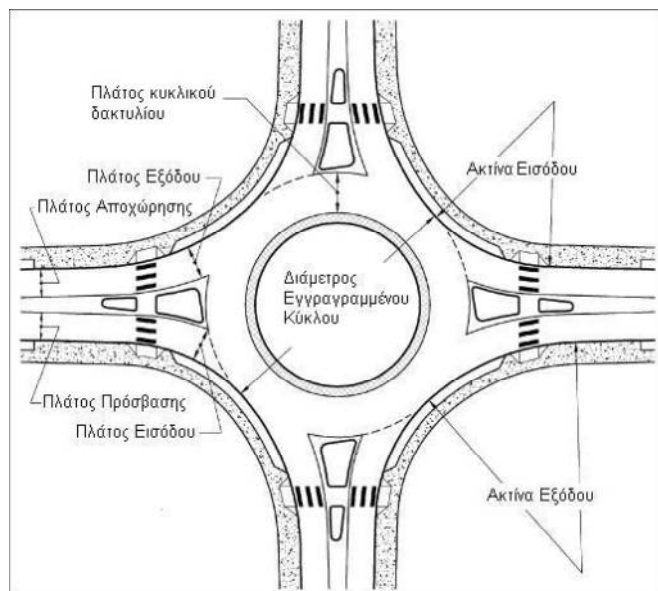
- Εγκάρσιες πεζοδιαβάσεις (Pedestrian crossings): εφαρμόζονται πρωτίστως σε αστικούς κόμβους, τοποθετούνται εγκάρσια στη νησίδα διαχωρισμού και προσφέρουν τη δυνατότητα ενδιάμεσης στάσης κατά την κάθετη διέλευση της συμβαλλόμενης οδού.
- Διαμορφώσεις για ποδήλατα (Bicycle treatments): οι κατάλληλες σχεδιαστικές διαμορφώσεις με στόχο την ασφαλή κίνηση των ποδηλάτων ως οχήματα μέσα στον δακτύλιο κυκλοφορίας αλλά και ως πεζοί χρησιμοποιώντας τις κατάλληλα διαμορφωμένες πεζοδιαβάσεις.
- Ζώνη τοπιοτεχνίας (Landscaping buffer): η ζώνη φύτευσης χαμηλού πρασίνου (για διαφύλαξη της ορατότητας) μεταξύ του περιφερειακού πεζοδρομίου και του δακτυλίου κυκλοφορίας, προκειμένου οι πεζοί να καθοδηγούνται στις πεζοδιαβάσεις με διαχωρισμένο διάδρομο κυκλοφορίας από τον δακτύλιο των οχημάτων. Η εφαρμογή της συνιστάται σε αστικό περιβάλλον ώστε να συνεισφέρει στην αισθητική του κόμβου.
- Διάμετρος Εγγεγραμμένου Κύκλου (Inscribed circle diameter): η βασική παράμετρος που χρησιμοποιείται για να καθορίσει το μέγεθος του κυκλικού κόμβου και μετريέται μεταξύ των εξωτερικών ορίων του κυκλικού καταστρώματος.
- Πλάτος Κυκλικού Καταστρώματος (Circulatory roadway width): καθορίζει το πλάτος της οδού για την κυκλοφορία των οχημάτων γύρω από την κεντρική νησίδα. Το πλάτος αυτό μετريέται μεταξύ του εξωτερικού ορίου της οδού και της κεντρικής νησίδας και δεν περιλαμβάνει το πλάτος της υπερβατής περιμετρικής ζώνης, η οποία αποτελεί τμήμα της κεντρικής νησίδας.
- Πλάτος Πρόσβασης (Approach width): το πλάτος της οδού που χρησιμοποιείται από την κυκλοφορία που προσεγγίζει τον κόμβο, χωρίς καμία διαμόρφωση αυτού λόγω της ύπαρξης του κόμβου και συνήθως δεν ξεπερνά το ήμισυ του συνολικού πλάτους της οδού.

- Πλάτος Αποχώρησης (Departure width): το πλάτος της οδού που χρησιμοποιείται από την κυκλοφορία που εξέρχεται του κόμβου, μετά τις όποιες διαμορφώσεις αυτού λόγω της ύπαρξης του κόμβου και συνήθως είναι μικρότερο ή ίσο με το ήμισυ του συνολικού πλάτους της οδού.
- Πλάτος Εισόδου (Entry width): το πλάτος της εισόδου της οδού που συναντά τον εγγεγραμμένο κύκλο και μετριέται κάθετα από το σημείο τομής της αριστερής οριογραμμής με τον εγγεγραμμένο κύκλο προς το δεξιό άκρο της εισόδου.
- Πλάτος Εξόδου (Exit width): το πλάτος της εξόδου της οδού που συναντά τον εγγεγραμμένο κύκλο και μετριέται κάθετα από το σημείο τομής της αριστερής οριογραμμής με τον εγγεγραμμένο κύκλο προς το δεξιό άκρο της εξόδου.
- Ακτίνα Εισόδου (Entry radius): η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας του εξωτερικού κρασπέδου του πεζοδρομίου στην είσοδο του κόμβου.
- Ακτίνα Εξόδου (Exit radius): η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας του εξωτερικού κρασπέδου του πεζοδρομίου στην έξοδο του κόμβου.

Υπόμνημα:

- | | |
|--|---|
| 1 Καταφύγιο πεζών στη νησίδια διαχωρισμού | A Ιστός οδοφωτισμού |
| 2 Πεζοδιάβαση | B Πεζοδρόμιο |
| 3 Νησίδια διαχωρισμού | C Ρυθμιστικές πινακίδες P-48 και P-74 (η P-74 μπορεί να παραλείπεται σε αστικές οδούς όταν $V_{\max} \leq 50$ km/h) |
| 4 Οριζόντια σήμανση χρήσης λωρίδας | D Συνδυασμός πινακίδας P-79 και πληροφοριακών πινακίδων κατευθύνσεων (βλ. Σχήμα 3.3-1) |
| 5 Γραμμή παραχώρησης προτεραιότητας | E Ζεύγος πινακίδων P-1 και P-53 (τοποθέτηση του ζεύγους εκατέρωθεν της πρόσβασης με 2 λωρίδες) |
| 6 Οριογραμμή εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου κυκλοφορίας | |
| 7 Ζώνη τοπίοτεχνίας | |
| 8 Δακτύλιος κυκλοφορίας | |
| 9 Κεντρική νησίδια | |
| 10 Υπερβατή ζώνης κεντρικής νησίδιας | |

Εικόνα 3. Χαρακτηριστικά κόμβου κυκλικής κίνησης.
Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012).



Σχήμα 1. Βασικά στοιχεία τυπικού κόμβου κυκλικής κίνησης. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ3 2012

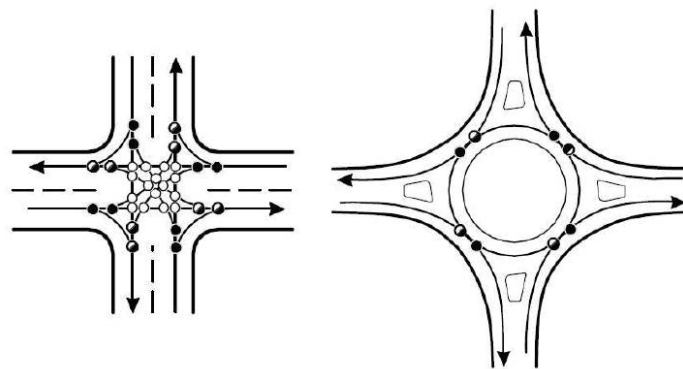
Η δυνατότητα της αναστροφής που παρέχεται στους χρήστες των περισσότερων κόμβων κυκλικής κίνησης αποτελεί ένα από τα χαρακτηριστικά των κόμβων αυτών, δεδομένου ότι πέρα της αναστροφής (εκτός κάποιων μικρών αστικών) εξυπηρετείται το σύνολο των κινήσεων ενός συμβατικού κόμβου διασταύρωσης ή συμβολής.



Σχήμα 2. Αναπαράσταση κινήσεων K^3 . Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012.

2.3 Αξιολόγηση Κόμβων Κυκλικής Κίνησης: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

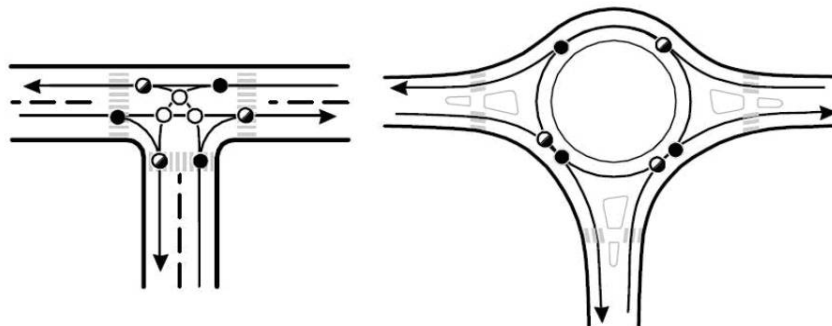
Οι κυκλικοί κόμβοι παρέχουν υψηλότερη ασφάλεια έναντι των συμβατικών κόμβων, εξαιτίας του περιορισμού των σημείων σύγκρουσης (Wu και Grilon, 2017). Αναλυτικότερα, συγκρίνοντας ένα κόμβο κυκλικής κίνησης με μια τυπική διαμόρφωση ισόπεδου κόμβου ίδιων αριθμού σκελών τα σημεία εμπλοκής είναι σημαντικά λιγότερα (ΟΜΟΕ K^3 , 2012). Σε έναν τυπικό τετρασκελή ισόπεδο κόμβο τα σημεία εμπλοκής ανέρχονται σε 32, ενώ στον αντίστοιχο κυκλικής κίνησης μειώνονται σε 8. Αντίστοιχα, στην περίπτωση του τρισκελούς κόμβου τα σημεία σύγκρουσης μειώνονται από 9 σε 6.



Τύπος Εμπλοκής	Μορφή Κόμβου/Αριθμός σημείων σύγκρουσης	
	Διασταύρωσης	K^3
● Χωρισμός	8	4
◐ Συμβολή	8	4
○ Διασταύρωση	16	0
Σύνολο	32	8

Σχήμα 3. Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε K^3 .
Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012).

Και στις δύο εξεταζόμενες περιπτώσεις κόμβων με την επιλογή του κόμβου κυκλικής κίνησης απαλείφονται οι περιπτώσεις εμπλοκής λόγω διασταύρωσης, που αποτελούν προϋπόθεση πλαγιομετωπικών συγκρούσεων. Οι εμπλοκές αφορούν μόνον τα σημεία χωρισμού.

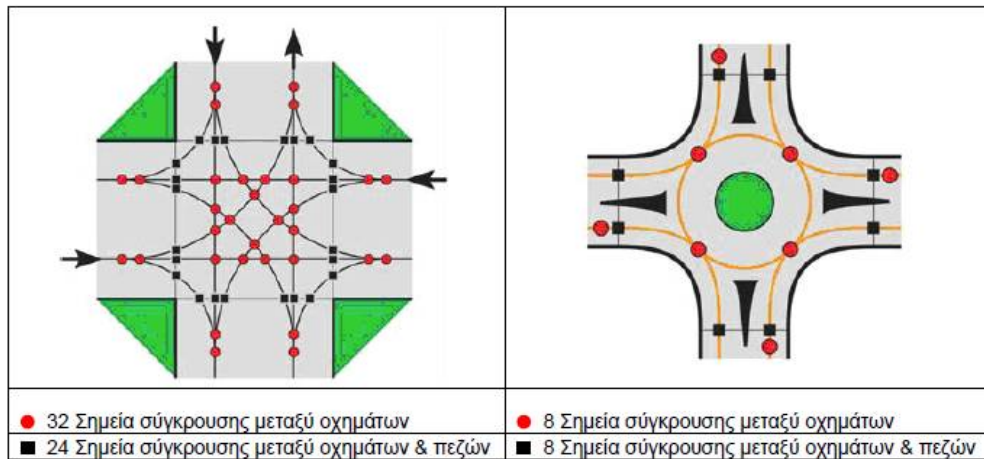


Τύπος Εμπλοκής	Μορφή Κόμβου/ Αριθμός σημείων σύγκρουσης	
	Συμβολής	K^3
● Χωρισμός	3	3
◐ Συμβολή	3	3
○ Διασταύρωση	3	0
Σύνολο	9	6

Σχήμα 4. Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε K^3 .
Πηγή: (Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ):Κόμβοι Κυκλικής Κίνησης, 2012).

Συνεξετάζοντας τον αριθμό των συγκρούσεων μεταξύ οχημάτων και πεζών κατά τη σύγκριση των συμβατικών κόμβων με τους κόμβους κυκλικής κίνησης προκύπτει

σημαντικά διαφορά στον αριθμό συγκρούσεων (ΟΜΟΕ K^3). Ο αριθμός συγκρούσεων μεταξύ οχημάτων και πεζών από 24 που ανέρχεται στον συμβατικό κόμβο μειώνεται σε 8 στον κόμβο κυκλικής κίνησης (Σχήμα 3).



Σχήμα 5. Σημεία Σύγκρουσης σε συμβατικό κόμβο και σε K^3 . Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012).

Η επιλογή των κόμβων κυκλικής κίνησης δεν θεωρείται ότι πάντα υπερτερεί έναντι των άλλων μορφών κυκλικών κόμβων. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των κυκλικών κόμβων σε διάφορους τομείς.

Πίνακας 1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Κ3 Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1. Χρήστες εκτός μηχανοκίνητων οχημάτων	
• Οι πεζοί χρειάζεται να ελέγξουν μόνο μία κατεύθυνση επερχόμενης κυκλοφορίας κάθε φορά • Οι ποδηλάτες έχουν την επιλογή να χρησιμοποιήσουν τον κόμβο κυκλικής κίνησης όπως οι πεζοί	• Πεζοί με δυσκολίες στην όραση ίσως έχουν πρόβλημα να βρουν τις πεζοδιαβάσεις και να ελέγξουν αν τα οχήματα τους έχουν παραχωρήσει προτεραιότητα • Οι ράμπες για ποδήλατα μπορεί να εκληφθούν και ως ράμπες πεζών και αντίστροφα
2. Οδική Ασφάλεια	
• Μείωση σοβαρότητας συγκρούσεων για όλους τους χρήστες, ασφαλέστερη συγχώνευση στην κυκλική κυκλοφορία, μικρότερες ταχύτητες και άρα διάθεση περισσότερου χρόνου στους χρήστες, ώστε αυτοί να αναγνωρίσουν τις συνθήκες και να διορθώσουν τα σφάλματά τους ή να αντιμετωπίσουν τα σφάλματα άλλων χρηστών • Λιγότερα συνολικά σημεία εμπλοκής και εξάλειψη εμπλοκών αριστερής στροφής	• Αύξηση συγκρούσεων ενός οχήματος, με άλλα και με σταθερά εμπόδια σε σχέση με άλλες διαμορφώσεις διασταυρώσεων • Οι κόμβοι σε οδούς με περισσότερες από 2 λωρίδες παρουσιάζουν μεγαλύτερες δυσκολίες σε χρήστες με μειωμένη όραση εξαιτίας της ανάγκης για ανίχνευση των κενών μεταξύ οχημάτων και αναγνώριση παραχώρησης προτεραιότητας από τα οχήματα
3. Λειτουργία	
• Ενδέχεται να παρουσιάζονται μικρότερες καθυστερήσεις και ουρές από άλλες μορφές ρύθμισης της κυκλοφορίας, σε διασταύρωση • Μπορεί να μειωθούν οι ανάγκες για πρόσθετες λωρίδες σε ενδιάμεσα τμήματα μεταξύ δυο ισόπεδων διασταυρώσεων, που στην περίπτωση παρουσίας γέφυρας στο ενδιάμεσο αυτών τμήμα όπως συνήθως συμβαίνει σε ανισόπεδους κόμβους (μορφής	• Η εξίσωση προτεραιότητας για όλες τις προσβάσεις μπορεί να μειώσει την προχώρηση της κυκλοφορίας για προσβάσεις υψηλών φόρτων • Δεν μπορεί να προσφέρει αποκλειστική προτεραιότητα σε ειδικές κατηγορίες χρηστών (τραίνα, οχήματα έκτακτης ανάγκης, μέσα μαζικής μεταφοράς κτλ.) εκτός αν υπάρχουν συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας, π.χ. σηματοδότηση, δρύφακτα, κτλ.

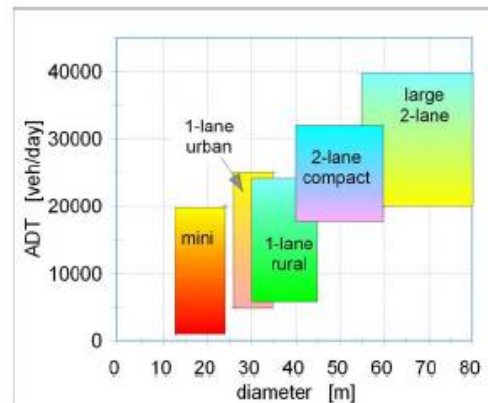
ρόμβου, μισό τετράφυλλο), αυτό έχει ακόμη μεγαλύτερη οικονομική σημασία • Δημιουργεί τη δυνατότητα σε γειτονικούς σηματοδότες να λειτουργήσουν με πιο αποδοτικούς κύκλους, όταν ο Κ3 αντικαθιστά διασταύρωση που καθορίζει τον κύκλο σηματοδότησης • Ρυθμίζει την κυκλοφορία σε κόμβους με υψηλό ποσοστό αριστερών στροφών	• Δεν προτείνονται μεταξύ σηματοδοτούμενων κόμβων • Προσαρμόζονται δύσκολα σε οδούς με πολλές λωρίδες κυκλοφορίας
4. Διαχείριση προσβάσεων	
• Προσφέρεται δυνατότητα για ασφαλή αναστροφή, στοιχείο που κατά κανόνα δεν ισχύει στις άλλες μορφές ισόπεδων κόμβων • Ειδικά η δυνατότητα αναστροφής έχει εξαιρετική σημασία κατά μήκος των εθνικών και επαρχιακών οδών στη χώρα, όπου ενώ αδειοδοτούνται συνδέσεις παρόδιων εγκαταστάσεων δεν παρέχεται πρόνοια για τις αριστερές στρόφες, είτε από την κύρια οδό προς την παρόδια εγκατάσταση, είτε αντιθέτως, αφού αποτελεί σχεδόν κανόνα η απουσία παράπλευρης οδού εξυπηρέτησης	• Μπορεί να μειώσει τον αριθμό των διαθέσιμων χρονικών κενών για την είσοδο στις οδούς που αποτελούν τα σκέλη του κόμβου, από γειτονικές με τον κόμβο, οδικές ή άλλου είδους (π.χ. χώροι στάθμευσης), προσβάσεις, που δεν είναι σηματοδοτούμενες
5. Περιβάλλον	
• Ενδέχεται να μειωθούν: η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ηχορύπανση και η κατανάλωση καυσίμου • Λιγότερες στάσεις σε περιόδους εκτός αιχμής	• Πιθανές επιπτώσεις σε φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους, λόγω απαιτήσεων μεγαλύτερης κατάληψης που χρειάζεται απαλλοτρίωση
6. Ρύθμιση κυκλοφορίας	
• Μειωμένες ταχύτητες κυκλοφορίας • Ωφέλιμη διάταξη σε μεταβατικές περιοχές (από υπεραστική σε αστική), που δίνει έμμεσα την εντύπωση σημαντικής αλλαγής στο περιβάλλον	• Πιο ακριβή λύση σε σχέση με άλλες διαμορφώσεις κόμβων κυρίως εκείνων χωρίς εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης

οδήγησης	
7. Έκταση Κατάληψης	
• Συχνά απαιτεί λιγότερο χώρο αποθήκευσης για ουρές στις προσβάσεις του κόμβου, επιτρέποντας μικρότερες αποστάσεις μεταξύ κόμβων • Μειώνει την ανάγκη για μεγαλύτερου πλάτους απαλλοτριώσεις κατά μήκος των συνδετήριων οδών μεταξύ των διασταυρώσεων • Καλύτερη δυνατότητα για εξυπηρέτηση χώρων στάθμευσης, πλατύτερα πεζοδρόμια, μεγαλύτερη έκταση φύτευσης πρασίνου, πλατύτερες εξωτερικές λωρίδες, ώστε να περιλαμβάνονται και ποδηλατοδρόμοι στις προσβάσεις	• Συχνά απαιτεί περισσότερη έκταση κατάληψης απ' ό,τι άλλες διαμορφώσεις κόμβων, πρόβλημα που δεν αντιμετωπίζεται κυρίως σε υφιστάμενους προς αναβάθμιση κόμβους
8. Λειτουργία και Συντήρηση	
• Συνήθως δεν απαιτείται συντήρηση για εξοπλισμό σηματοδότησης (εκτός των περιπτώσεων σηματοδοτούμενου κόμβου)	• Μπορεί να απαιτεί συντήρηση της ζώνης τοπιοτεχνίας
9. Αισθητική	
• Προσφέρει δυνατότητα διαμόρφωσης ελκυστικών εισόδων ή κεντρικών πλατειών σε περιοχές οικισμών • Χρήση ως τοπόσημο σε τουριστικές ή εμπορικές περιοχές για να διαχωριστούν οι περιοχές κατοικίας και εμπορίου	• Μπορεί να αποτελεί παράγοντα κινδύνου όταν τοποθετούνται σταθερά εμπόδια στην κεντρική νησίδα, σε ευθεία με τις εισόδους, εφόσον η γεωμετρία της πρόσβασης δεν προτρέπει σε μειωμένη ταχύτητα ($\leq 40 \text{ km/h}$) προσέγγισης

2.4 Κατηγορίες Κόμβων Κυκλικής Κίνησης

Οι κόμβοι κυκλικής κίνησης κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το μέγεθός τους και το περιβάλλον, όπου εφαρμόζονται, στις κατηγορίες (ΟΜΟΕ-Κ3, 2012) που αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

Μπορούν επίσης να κατηγοριοποιηθούν και βάσει της κυκλοφοριακής τους ικανότητας σε συνδυασμό με τη μορφή τους όπως φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Σχήμα 6. Κατηγοριοποίηση κόμβων κυκλικής κίνησης βάσει μορφής και κυκλοφοριακής ικανότητας. Πηγή: Brilon W, 2018TRB Roundabout Conference Vail/CO May 2005

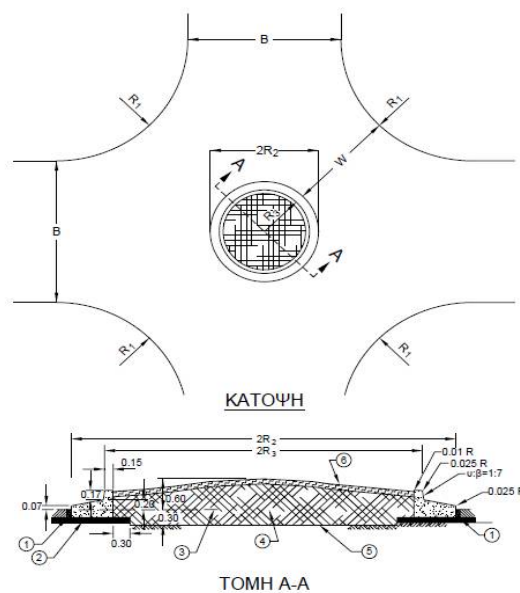
Κομβίδια κυκλικής κίνησης (Mini roundabouts).

Τα κομβίδια κυκλικής κίνησης έχουν εφαρμογή σε αστικό περιβάλλον με βασικό χαρακτηριστικό την πλήρως υπερβατή κεντρική νησίδα για την διέλευση βαρέων οχημάτων. Η έκταση που απαιτείται για την ανάπτυξή τους είναι περιορισμένη, και επομένως κατασκευάζονται στις περιπτώσεις που ο διαθέσιμος χώρος δεν επαρκεί για την διαμόρφωση ενός τυπικού κόμβου κυκλικής κίνησης μίας λωρίδας με τον οποίο θα εξυπηρετούνταν και τα βαρέα οχήματα. Οι οδοί στις οποίες εφαρμόζεται συνήθως έχουν ταχύτητες που δεν υπερβαίνουν τα 40Km/h.

Η υλοποίηση των κομβιδίων, συχνά, μπορεί να επιτευχθεί σχετικά εύκολα, με μικρές τροποποιήσεις στις γωνίες της υφιστάμενης τυπικής διασταύρωσης (ΟΜΟΕ Κ³, 2012), όπως απεικονίζεται στο σχήμα 7.



Εικόνα 4. Κομβίδια με κεντρική νησίδα πλήρως διελεύσιμη από φορτηγά.
Πηγή: Brilon W., 1998

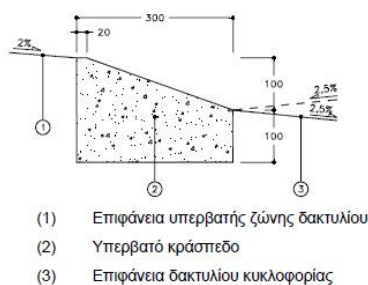


Υπόμνημα:

1. Αρμός κοπής ασφαλτικού
2. Οδοστρώσις
3. Στάθμη υφιστάμενης επιφάνειας οδοστρώματος
4. Φυτική γη
5. Πυθμένας εκσκαφής μέχρι το φυσικό έδαφος και σε βάθος $\leq 0,30$ m από την επιφάνεια του οδοστρώματος
6. Χλοοτάπητας

Σχήμα 7. Κατασκευή κυκλικής νησίδας σε υφιστάμενο οδόστρωμα.
Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012.

Η κεντρική νησίδα, όταν σχεδιάζεται, προκειμένου να επιτρέπεται διαμέσου της η διέλευση φορτηγών ή και λεωφορείων εφόσον απαιτείται σε ειδικές περιπτώσεις, κατασκευάζεται, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ Κ³ υπερυψωμένη στην περίμετρό της, κατά 10cm, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα και με διαμόρφωση κυρτώματος, είτε εντελώς επίπεδη. Η κατασκευή της μπορεί να επιτευχθεί από σκυρόδεμα ή άλλο υλικό επίστρωσης με ευδιάκριτο χρωματισμό. Στην περίπτωση του κυρτώματος της νησίδας θα πρέπει να εφαρμόζεται εγκάρσια κλίση 5-6% με μέγιστο ύψος 12,5cm από την επιφάνεια του οδοστρώματος.

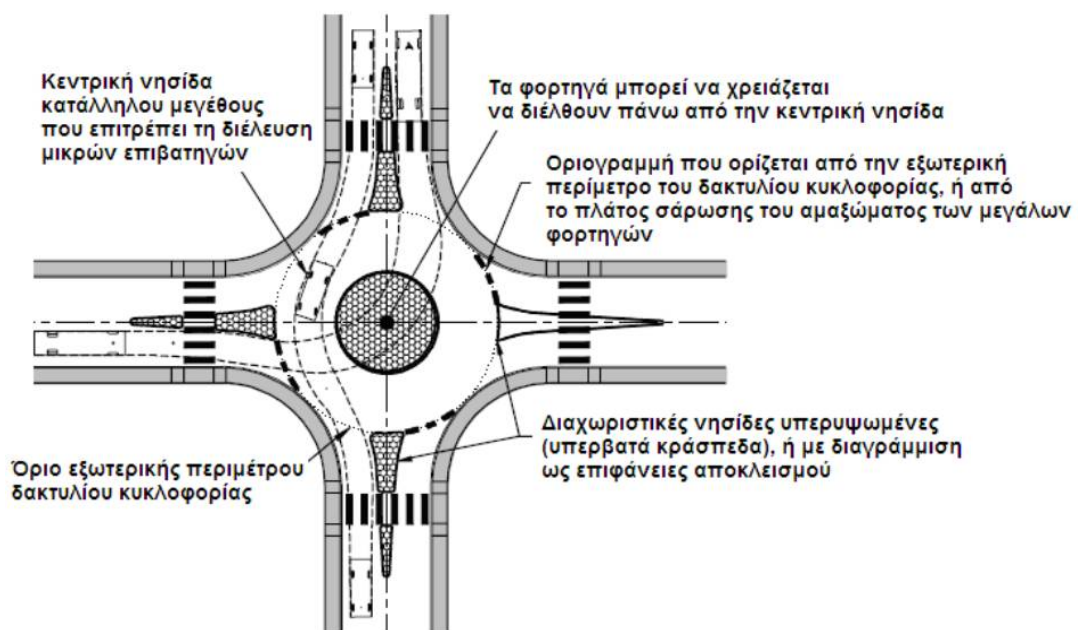


Σχήμα 8. Τυπική διαμόρφωση υπερβατού κρσπέδου κεντρικής νησίδας.
Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³ 2012.



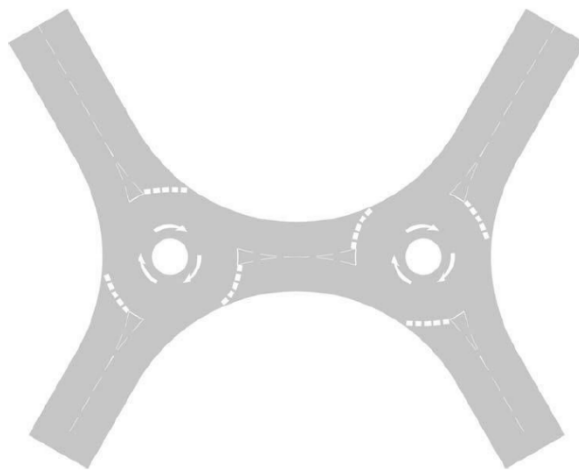
Εικόνα 5. Κομβίδιο κυκλικής κίνησης σε υφιστάμενη διασταύρωση με υπερυψωμένη κεντρική νησίδα (συνιστάται υπερύψωση max 12,5 cm στο κέντρο). Πηγή: (ΟΜΟΕ-Κ3, 2012)

Γύρω από την κεντρική νησίδα θα πρέπει να τοποθετείται διαγράμμιση (συνεχής οριογραμμή), ή αυτή να χρωματίζεται με κίτρινο αντανακλαστικό χρώμα σε όλη την επιφάνειά της. Η εφαρμογή υλικού με έντονο ευδιάκριτο χρωματισμό είναι προτιμότερη, ενώ θα υπάρχει και η συνεχής οριογραμμή. Το εξωτερικό ίχνος του αμαξώματος των μικρών επιβατηγών και του μεγαλύτερου οχήματος, που πιθανά θα χρησιμοποιεί τον κόμβο, πρέπει να προσδιορίζεται για όλες τις στρέφουσες κινήσεις και να τοποθετείται η οριογραμμή εισόδου τουλάχιστον 600 mm πέραν από τα ίχνη των οχημάτων. Τα σκέλη του κομβιδίου υπό οξεία γωνία αποτελούν ιδιαίτερη κατάσταση, στην οποία η προχώρηση της θέσης της οριογραμμής εισόδου μπορεί να αποτρέπει την ενδεχόμενη τάση των οδηγών μικρών επιβατηγών να εκτελούν αριστερές στροφές μπροστά από την κεντρική νησίδα.



Σχήμα 9. Βασικά χαρακτηριστικά κομβιδίου Πηγή: ΟΜΟΕ-Κ3, 2012

Σε περιπτώσεις κομβιδίων με προσβάσεις με ιδιαίτερα μεγάλες οξείες γωνίες, ή έκκεντρες χαράξεις προσβάσεων δύναται να εφαρμοστούν δίδυμα κομβίδια ώστε να παρέχεται κατάλληλος δομικός διαχωρισμός της πορείας των οχημάτων (ΟΜΟΕ Κ3, 2012). Διευκολύνεται με τον τρόπο αυτόν η κυκλική κίνηση για τα μικρά επιβατηγά οχήματα, ενώ παρέχεται η δυνατότητα διέλευσης πάνω από τις νησίδες των μεγάλων φορτηγών, υπό την προϋπόθεση της σπάνιας διέλευσής τους.



Σχήμα 10. Δίδυμο δεξιόστροφο κομβίδιο - double mini roundabout.

Πηγή: (UK Geometric design of roundabouts
CD 116, Rev. b. 2020)

Οι διαχωριστικές νησίδες στις προσβάσεις χρησιμοποιούνται όπως και στους υπόλοιπους κόμβους κυκλικής κίνησης για την καθοδήγηση των οχημάτων όπως και να διευκολύνουν την κυκλοφορία γύρω από την κεντρική νησίδα. Ανάλογα με το μέγεθός τους κατασκευάζονται υπερυψωμένες, οπότε και παρέχουν καταφύγιο για τους πεζούς, ή διελεύσιμες όταν συνιστούν επιφάνειες αποκλεισμού.

Αστικοί συνεπτυγμένοι (Urbancompact)

Στην κατηγορία αυτή παρατηρείται σχετικά μικρή εξωτερική διάμετρος (25-30 μέτρα), με κατασκευή μη υπερβατής κεντρικής νησίδας. Διαμορφώνεται μία λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας και οι συμβαλλόμενες οδοί (σκέλη) έχουν επίσης κατά την πρόσβασή τους στον κόμβο μια λωρίδα ανά κατεύθυνση. Συνήθως, προκύπτει η αναγκαιότητα χρήσης υπερβατής ζώνης περιμετρικά της κεντρικής νησίδας για την εξυπηρέτηση των βαρέων οχημάτων.

Οι κόμβοι κυκλικής κίνησης συνεπτυγμένης μορφής επιλέγονται συνήθως όταν η έκταση που απαιτείται για την ανάπτυξή τους είναι περιορισμένη, και επομένως κατασκευάζονται στις περιπτώσεις που ο διαθέσιμος χώρος δεν επαρκεί για εφαρμογή κόμβου κυκλικής κίνησης μεγαλύτερης διαμέτρου. Προσφέρουν ευνοϊκό περιβάλλον προς τους πεζούς και τους ποδηλάτες, λόγω των ήπιων συνθηκών κυκλοφορίας που επιβάλλονται. Κύρια διαφορά με τα κομβίδια αποτελεί η ύπαρξη μη υπερβατής κεντρικής νησίδας, ενώ ενδέχεται να χρειαστεί υπερβατή ζώνη περιμετρικά αυτής για την εξυπηρέτηση της κίνησης των βαρέων οχημάτων.



Εικόνα 6. Αστικός συνεπτυγμένος Κ3, Village of Great Neck Plaza, Νέα Υόρκη.
Πηγή <http://www.pedbikesafe.org>

Αστικοί κυκλικοί κόμβοι μίας λωρίδας

Η κατηγορία αυτή παρουσιάζει ομοιότητες με τους αστικούς συνεπτυγμένους, όσον αφορά τη μία λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας και τη μία λωρίδα ανά κατεύθυνση στα σκέλη του κόμβου, αλλά διαφέρει στην εξωτερική διάμετρο (30-40 μέτρα) λόγω των υψηλότερων κυκλοφοριακών φόρτων, ταχυτήτων και χωρητικότητας που εξυπηρετεί. Παράλληλα, οι ακτίνες καμπής στις προσβάσεις εισόδου αυξάνονται, οι διαχωριστικές νησίδες είναι υπερυψωμένες, ενώ μπορεί να κατασκευαστεί υπερβατή ζώνη περιμετρικά της κεντρικής νησίδας για την εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων.

Αστικοί κυκλικοί κόμβοι δύο λωρίδων

Η κατηγορία αυτή επιλέγεται όταν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι μεγαλύτεροι αυτών που εξυπηρετούνται από τις προαναφερθείσες κατηγορίες και συγκεκριμένα, όταν τουλάχιστον ένας από τους κλάδους εισόδου στον κόμβο αποτελείται από δύο λωρίδες κυκλοφορίας. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους είναι παρόμοια με αυτά των κυκλικών κόμβων μίας λωρίδας, απαιτείται όμως μεγαλύτερη επιφάνεια ώστε να επιτρέπεται η κίνηση σε δύο στοίχους μέσα στο δακτύλιο κυκλοφορίας.

Υπεραστικοί κυκλικοί κόμβοι μίας λωρίδας

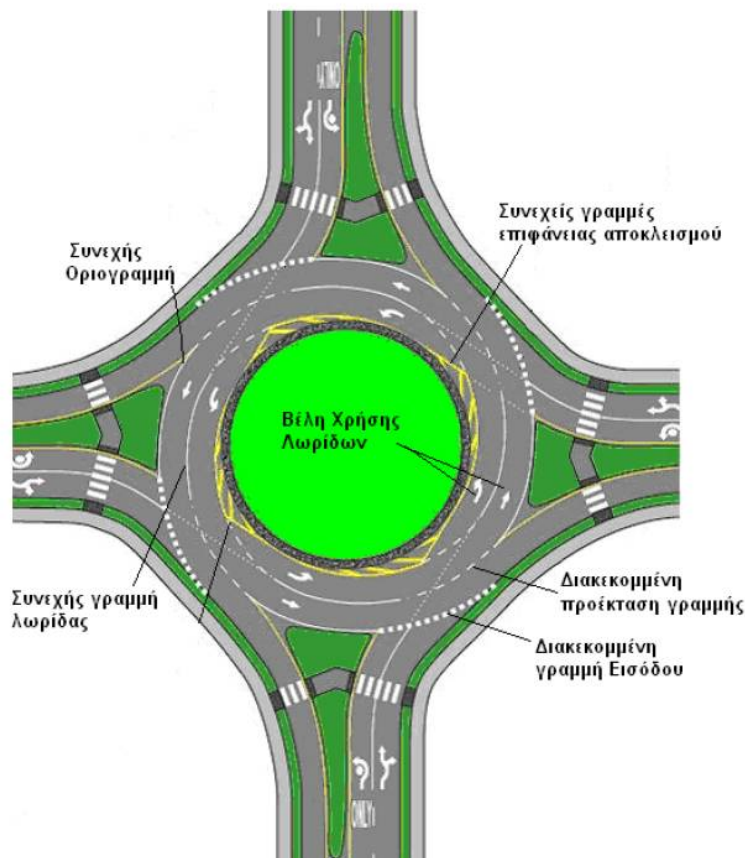
Είναι παρόμοιοι με τους υπερασ. Έχουν μεγαλύτερες ακτίνες και για αυτό το λόγο δεν απαιτείται η κατασκευή υπερβατής ζώνης περιμετρικά της κεντρικής νησίδας για την άνετη κίνηση των βαρέων οχημάτων. Λόγω των υψηλών ταχυτήτων που αναπτύσσονται, συνήθως απαιτείται η λήψη μέτρων περιορισμού της ταχύτητας στους κλάδους εισόδου, όπως σήμανση (οριζόντια και κατακόρυφη) ή ειδική καμπυλοειδής γεωμετρία στους κλάδους εισόδου.

Υπεραστικοί κυκλικοί κόμβοι δύο λωρίδων

Είναι παρόμοιοι με τους υπεραστικούς κυκλικούς κόμβους μίας λωρίδας, αλλά έχουν μεγαλύτερη εξωτερική διάμετρο και δύο λωρίδες στον δακτύλιο κυκλοφορίας, και τουλάχιστον σε έναν από τους κλάδους εισόδου έστω στο τελευταίο τμήμα του πριν την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Οι ταχύτητες είναι υψηλότερες.

Σπειροειδείς Κυκλικοί Κόμβοι (Turbo-roundabouts)

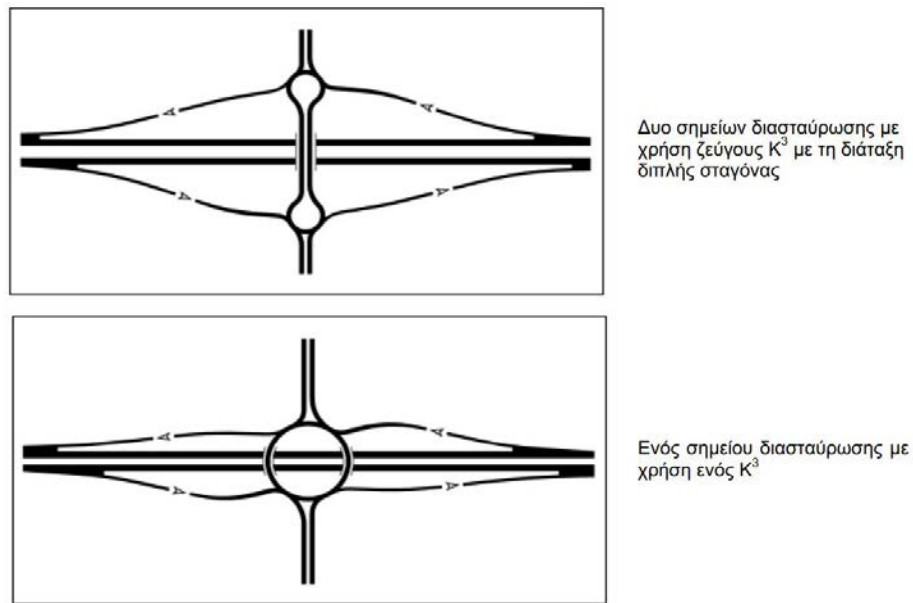
Σε αυτή την ειδική κατηγορία κυκλικών κόμβων ανήκουν οι κυκλικοί κόμβοι όπου οι λωρίδες κυκλοφορίας τους οριοθετούνται με κατάλληλη οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση και υπερυψωμένα κράσπεδα, κατασκευασμένα τόσο στις εισόδους όσο και εντός του κυκλικού καταστρώματος, μεταξύ των λωρίδων κυκλοφορίας. Οι σπειροειδείς κυκλικοί κόμβοι έχουν συγκεκριμένη γεωμετρία η οποία επιτρέπει το διαχωρισμό των ρευμάτων κυκλοφορίας, αποσκοπώντας στην αποφυγή των συγκρούσεων λόγω εναλλαγής λωρίδας εντός του κυκλικού καταστρώματος. Αυτές οι διαμορφώσεις διαχωρισμού των λωρίδων αναγκάζουν την κινούμενη επί του κόμβου κυκλοφορία να ακολουθήσει σπειροειδείς τροχιές και έτσι οι εισερχόμενοι οδηγοί οφείλουν να επιλέξουν την κατάλληλη λωρίδα στην οποία θα κινηθούν, προτού εισέλθουν στον κόμβο. Ένα ακόμη βασικό χαρακτηριστικό των κόμβων αυτών είναι ότι, ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας μπορεί να διαφέρει στους κλάδους εισόδου και εξόδου, καθώς και επί του κυκλικού καταστρώματος, όπου προσαρμόζονται κατά περίπτωση. Οι κόμβοι αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται συνήθως σε διασταυρώσεις κύριων οδών με δευτερεύουσες αρτηρίες, ενώ δεν είναι δυνατή η πραγματοποίηση αναστροφής (ΟΜΟΕ Κ³, 2012).



Σχήμα 11. Διάταξη σπειροειδούς δακτυλίου κυκλοφορίας (turbo-K³). Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012

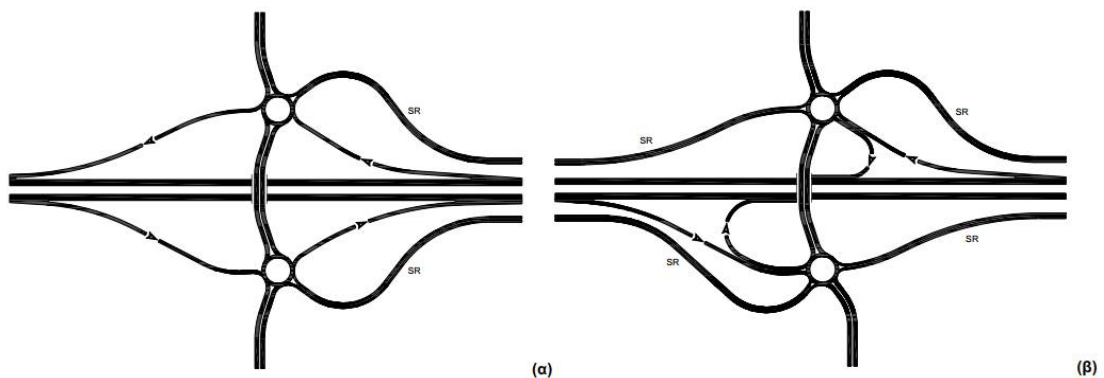
2.5 Εφαρμογή κυκλικών κόμβων σε ανισόπεδους κόμβους

Οι κυκλικοί κόμβοι μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορες παραλλαγές ανισόπεδων κόμβων διασταυρώσεων που δημιουργούνται σε ένα από τα επίπεδα τους. Η συνηθέστερη περίπτωση εφαρμογής κυκλικού κόμβου είναι αυτή της διασταύρωσης αστυνομικών αυτοκινητοδρόμων με δευτερεύουσες αρτηρίες. Συμβάλλουν σημαντικά στην αντιμετώπιση ουρών αλλά και καθυστερήσεων που δημιουργούνται στη δευτερεύουσα οδό. Συνήθως, εφαρμόζονται σε ανισόπεδους κόμβους μορφής «ρόμβου» ενός ή δύο σημείων διασταύρωσης με τη δευτερεύουσα οδό, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



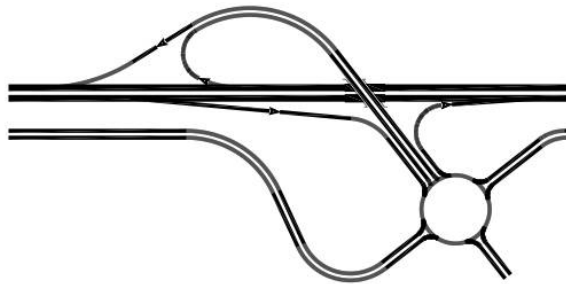
Σχήμα 12. Εφαρμογή K^3 σε ανισόπεδους κόμβους μορφής ρόμβου. Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012.

Πιο κατάλληλη μπορεί να χαρακτηριστεί η κατασκευή κυκλικού κόμβου σε διασταύρωση επί της δευτερεύουσας οδού, επί της οποίας συμβάλλουν κι άλλες οδοί, όπως παράπλευρες οδοί εξυπηρέτησης. Υπόδειγμα μιας τέτοιας εφαρμογής, αποτελεί η μορφή «μισό τετράφυλλο», η οποία καθιστά αποτελεσματική τη λειτουργία πεντασκελούς κόμβου.



Σχήμα 13. Εφαρμογής K^3 σε ΑΚ με δύο K^3 και πολλαπλά σκέλη. Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012

Εφαρμόζεται κόμβος κυκλικής κίνησης ανάλογα και για αποκατάσταση της συνέχειας παράπλευρου άξονα και πρόσβασης σε ανισόπεδο κόμβο, που ονομάζεται μορφής «τρομπέτα».



Σχήμα 14. Εφαρμογή K3 σε ανισόπεδο κόμβο μορφής τρομπέτας. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012

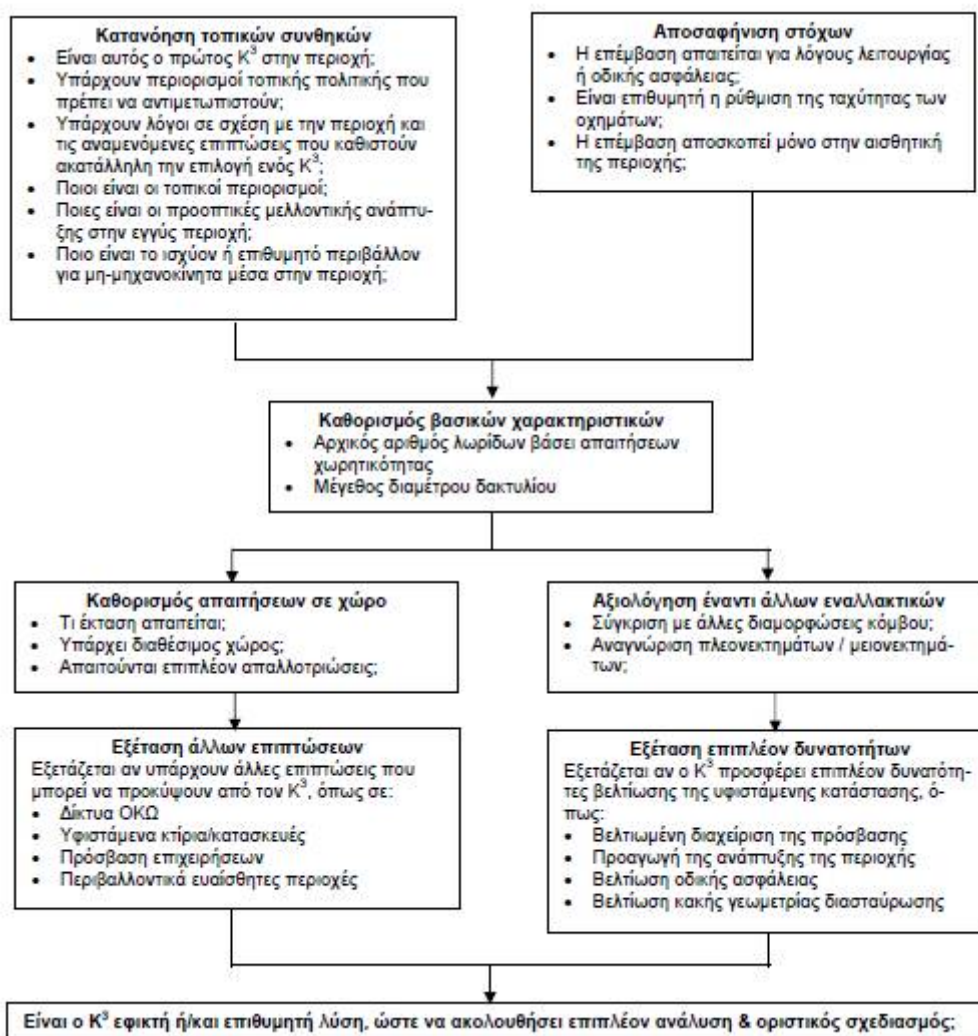
Η διάταξη της «διπλής σταγόνας» αποτελεί ειδική περίπτωση σχεδιασμού κυκλικού κόμβου, όπως φαίνονται στις ακόλουθες εικόνες. Σε αυτή την περίπτωση, οι δύο κυκλικοί κόμβοι λειτουργούν ως ένας επιμήκης ενιαίος κόμβος κυκλικής κίνησης. Συγκριτικά με τους δίδυμους κυκλικούς κόμβους η εν λόγω διαμόρφωση υπερτερεί επειδή αποτρέπεται έτσι η λανθασμένη είσοδος σε κλάδο αντίθετης κυκλοφορίας, δίνοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα αναστροφής για τις παρόδιες στη δευτερεύουσα οδό χρήσεις γης. Το μοντέλο αυτό χρίζει ιδιαίτερης προσοχής όσον αφορά στη γεωμετρία και τη σήμανσή του, ώστε να επιτυγχάνεται κατάλληλη ρύθμιση ταχυτήτων και αποτελεσματική καθοδήγηση των οδηγών.



Εικόνα 7: Παραδείγματα K³ μορφής διπλής σταγόνας. Πηγή ΟΜΟΕ K3

2. 6 Έλεγχος καταλληλότητας εφαρμογής του ισόπεδου κόμβου K³

Η διαδικασία επιλογής ως λύσης της μορφής του ισόπεδου κόμβου κυκλικής κίνησης δύναται να διακριτοποιηθεί σε διάφορα στάδια. Μπορεί να ξεκινά από την αρχική σύλληψη και την αναγνώριση των τοπικών αναγκών και περιορισμών έως την ενδεχόμενη διαπραγμάτευση με τους τοπικούς φορείς και τελικά τον οριστικό σχεδιασμό της λύσης. Μια τυπική διαδικασία για τη λήψη αποφάσεων σε σχέση με την επιλογή ή απόρριψη της λύσης εφαρμογής ισόπεδου κόμβου μορφής κυκλικής κίνησης σε μια περιοχή πριν την εκτέλεση των οριστικών αναλύσεων και την εκπόνηση των απαραίτητων μελετών παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα (ΟΜΟΕ K³, 2012):

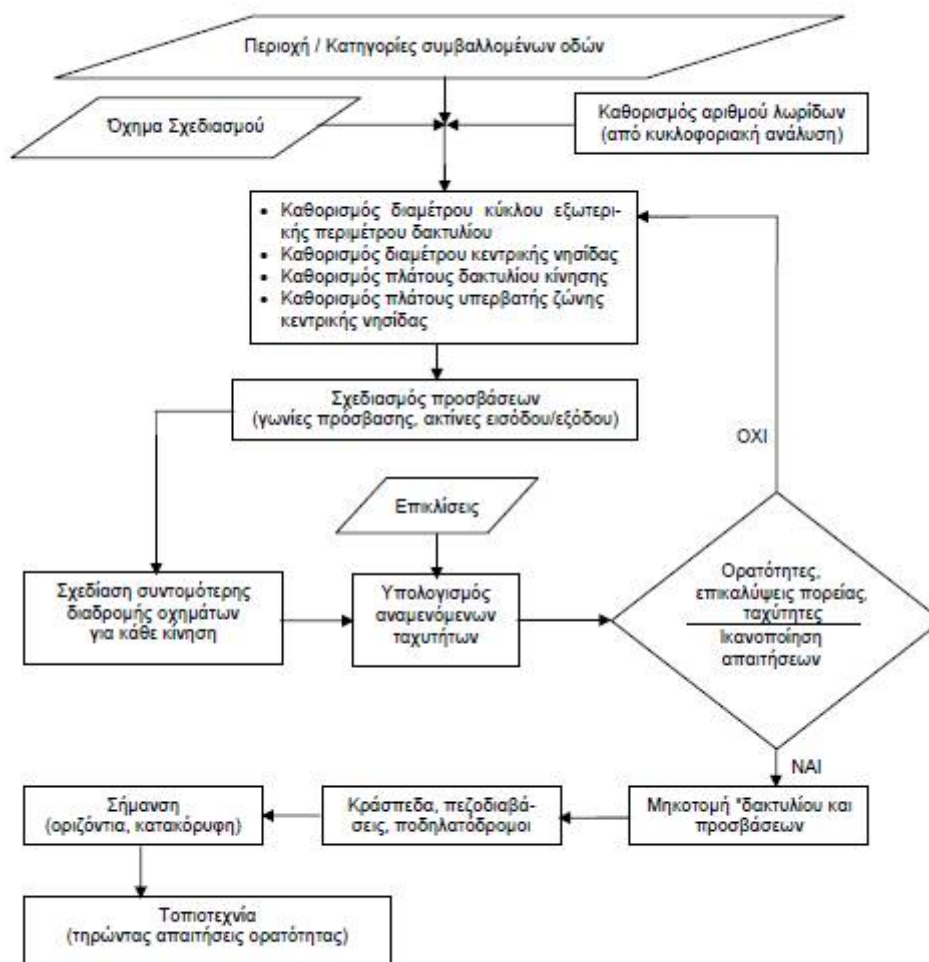


Σχήμα 15. Αρχικά στάδια διαδικασίας απόφασης επιλογής κατασκευής ενός K³
Πηγή:ΟΜΟΕ K³, 2012

Κεφάλαιο 3^ο. Σχεδιασμός κόμβου κυκλικής κίνησης

3.1 Τα βήματα

Ο σχεδιασμός ενός κόμβου κυκλικής κίνησης περιλαμβάνει κάποια στάδια δεδομένου ότι ορισμένα στοιχεία του κόμβου θα πρέπει να σχεδιάζονται κατά προτεραιότητα. Ο σχεδιασμός ενδέχεται να απαιτεί συνεχείς επαναλήψεις-δοκιμές μέχρι να επιτευχθεί μία συνολικά αποδεκτή λύση. Αυτή η διαδικασία απεικονίζεται στο ακόλουθο διάγραμμα (ΟΜΟΕ Κ³, 2012):



* Ειδικά σε περιπτώσεις έντονου ανάγλυφου και μεγάλων κλίσεων, ενδέχεται ο σχεδιασμός της μηκοτομής να οδηγήσει σε αλλαγή συνολικού σχεδιασμού προς ικανοποίηση απαιτήσεων.

Σχήμα 16. Βήματα σχεδιασμού κόμβου κυκλικής κίνησης. Πηγή ΟΜΟΕ Κ³, 2012

3.2 Γεωμετρικός Σχεδιασμός Κόμβου Κυκλικής Κίνησης.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, πραγματοποιείται πρακτική εφαρμογή των (ΟΜΟΕ-Κ3, 2012), με σχεδιασμό ενός κυκλικού κόμβου. Η περιοχή μελέτης είναι η υφιστάμενη μη σηματοδοτούμενη διασταύρωση στη Νεάπολη της Λάρισας. Η πρόταση περιλαμβάνει την οριζοντιογραφική απόδοση ενός δίδυμου αστικού κομβιδίου μορφής διπλής σταγόνας, με στόχο τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και λειτουργικότητας της συγκεκριμένης διασταύρωσης, αλλά και της αισθητικής του περιβάλλοντος χώρου.

Για τον σχεδιασμό του κυκλικού κόμβου, καθώς και τον έλεγχο επάρκειάς του πραγματοποιήθηκε χρήση των εξειδικευμένων λογισμικών Transoft AutoTURN και Transoft TORUS 6. Η επεξεργασία του μοντέλου, η ολοκληρωμένη οριζοντιογραφία και η απόδοσή της σε φωτορεαλιστικά πλάνα έγινε στο γραφιστικό περιβάλλον Autodesk AutoCAD 2024.

3.3 Εφαρμογή στη διασταύρωση Καραολή Δημητρίου και 1ης Μεραρχίας, στη Νεάπολη της Λάρισας

Η παρούσα μελέτη όπως αναφέρθηκε αφορά στο σχεδιασμό ισόπεδου κόμβου κυκλικής κίνησης δίδυμου αστικού κομβιδίου τύπου διπλής σταγόνας στην διασταύρωση των οδών Καραολή και 1^{ης} Μεραρχίας, στη συνοικία της Νεάπολης, στη Λάρισα.

Ο σχεδιασμός πραγματοποιήθηκε αφού λήφθηκαν υπόψη οι γενικές συστάσεις της παρ. 1.8 των ΟΜΟΕ Κ3, 2012. Ειδικότερα, οι κάτωθι περιοριστικοί παράγοντες :

- Η οδική ασφάλεια πριν από τη διαμόρφωση της λύσης.
- Οι περιορισμοί της διαθέσιμης έκτασης από το σχέδιο πόλης.
- Τα είδη των οχημάτων, που θα χρησιμοποιούν τον κόμβο.
- Η παροχή δυνατότητας κυκλοφορίας σε μεγαλύτερο όχημα, που πιθανά χρησιμοποιήσει τον κόμβο με χρήση της υπερβατής ζώνης.

3.4 Στόχοι σχεδιασμού του προτεινόμενου κυκλικού κόμβου

Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη διαμόρφωση της διασταύρωσης ο σχεδιασμός ενός κόμβου κυκλικής κίνησης έχει ως στόχο:

- Την βελτίωση της οδικής ασφάλειας και την κυκλοφοριακή εξυπηρέτηση του κόμβου.
- Περιορισμό των καθυστερήσεων με αποτροπή του σχηματισμού του αριθμού των ουρών αλλά και με μείωση του μήκους των ουρών που δύναται να σχηματιστούν συνήθως εκτός αιχμής κυκλοφορίας.
- Αποτελεσματικότερη διαχείριση της ταχύτητας ώστε να αυξάνεται ο διαθέσιμος χρόνος των οδηγών για απόφαση και έγκαιρη αντίδραση έναντι άλλων κινούμενων οχημάτων ή πεζών.
- Εξοικονόμηση οικονομικών πόρων εξαιτίας της αποφυγής εγκατάστασης και συντήρησης της εν δυνάμει φωτεινής σηματοδότησης που θα απαιτούνταν για την αύξηση της οδικής ασφάλειας στη διασταύρωση.
- Βελτίωση της αισθητικής της διασταύρωσης.

3.5 Υφιστάμενη κατάσταση διασταύρωσης-κατηγορίες συμβαλλόμενων οδών

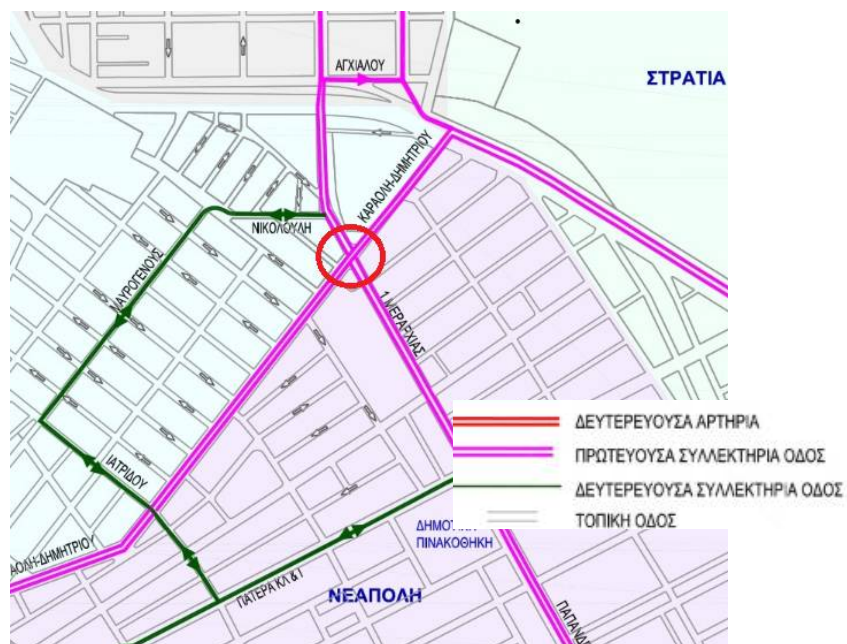
Ο ισόπεδος κόμβος που μελετάται βρίσκεται στην Λάρισα, στη συνοικία της Νεάπολης. Οι οδοί που διασταυρώνονται είναι η Καραολή Δημητρίου και η 1ης Μεραρχίας, ενώ η διασταύρωση είναι μη σηματοδοτούμενη. Συνορεύει νότια με την πλατεία της ως άνω συνοικίας και ειδικότερα με γωνιακό χώρο στάθμευσης που βρίσκεται εντός του οικοδομικού τετραγώνου της πλατείας και βόρεια με τριγωνικό κοινόχρηστο χώρο. Ο Κ.Χ. είναι μικρής έκτασης και περιβάλλεται από τις δύο προαναφερόμενες οδούς.

Η καθεμία από τις διασταυρούμενες οδούς αποτελείται από μία λωρίδα ανά κατεύθυνση, με εξυπηρέτηση αμφίδρομων κινήσεων οχημάτων, και δυνατότητα στάθμευσης. Επιπρόσθετα, υπάρχουν πεζοδρόμια που γενικά πληρούν τις ελάχιστες διαστάσεις, ενώ παρατηρούνται αυξημένες ροές πεζών εξαιτίας των παρόδιων χρήσεων όπως τα σχολεία, η πλατεία, η πληθώρα καταστημάτων υγειονομικού ενδιαφέροντος.



Εικόνα 8. Διασταύρωση οδών Καραολή Δ και 1ης Μεραρχίας στη Λάρισα. Θέαση από ιστότοπο google earth

Οι εν λόγω οδοί χαρακτηρίζονται λειτουργικά ως κύριες συλλεκτήριες, κατηγορίας οδού ΓΙΝ (ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ, 2001), με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης των παρόδιων ιδιοκτησιών.



Εικόνα 9. Θέση κόμβου όπου φαίνεται η λειτουργική κατάταξη των διασταυρούμενων οδών.
Πηγή: Ιστότοπος Δήμου Λαρισαίων

Σε ό,τι αφορά την σημερινή λειτουργία της διασταύρωσης διαπιστώνεται η απουσία κατάλληλης διαμόρφωσης κατά ΟΜΟΕ, το μεγάλο πλάτος του κυκλοφορούμενου τμήματος των οδών, η μη αποτελεσματική οριζόντια σήμανση που ευνοεί την άναρχη στάθμευση, η τυχαία διέλευση των πεζών με συνέπεια την μειωμένη οδική ασφάλεια κατά την προσέγγιση της διασταύρωσης τόσο για τους

διερχόμενους όσο και για τους πεζούς. Σε ό,τι αφορά τους ποδηλάτες δεν υπάρχει υλοποιημένη ειδική ζώνη διέλευσης.

Επομένως, είναι αναγκαίος ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ισόπεδου κόμβου στην θέση της σημερινής διασταύρωσης. Ο διαθέσιμος χώρος για τον προς ανάπτυξη ισόπεδο κόμβου καθορίζεται από το σχέδιο πόλης και τις παρόδιες χρήσεις γης. Η διαθέσιμη έκταση κοινόχρηστου χώρου στο βόρειο τμήμα της διασταύρωσης, καθώς και η γειννίαση με τον χώρο στάθμευσης της πλατείας στο νότιο τμήμα του επιτρέπει την ανάπτυξη δίδυμου αστικού κομβιδίου.



Εικόνα 10. Απόσπασμα από το ρυμοτομικό σχέδιο με απόδοση.

Πηγή: ιστοσελίδα <https://gis.larissa-dimos.gr/poleodom/>

3.6 Όχημα σχεδιασμού

Στις οδούς κατηγορίας AIII ή ανώτερης και BIII ή ανώτερης των ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ, οι κόμβοι κυκλικής κίνησης σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ Κ³ 2012, θα σχεδιάζονται με κατάλληλες διαστάσεις (εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου κυκλοφορίας, πλάτος υπερβατικής ζώνης της κεντρικής νησίδας), ώστε να εξυπηρετείται το αρθρωτό φορτηγό όχημα (ανεξάρτητο ρυμουλκό με ημι-ρυμουλκούμενο), εκτός ειδικών περιπτώσεων. Σε όλες τις άλλες κατώτερες κατηγορίες οδών, η επιλογή του οχήματος σχεδιασμού θα καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες, περιλαμβανομένων αλλά όχι περιοριστικά, των λειτουργικών κατηγοριών των οδών που συμβάλλουν στον

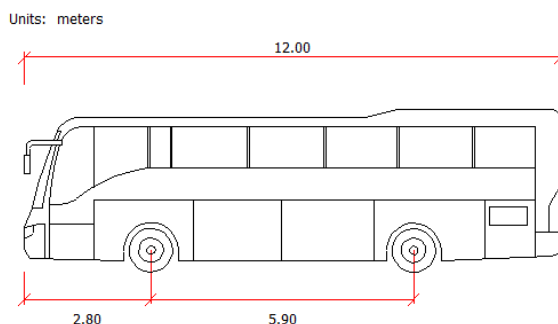
κόμβο, του χαρακτήρα της περιοχής που παράγει/έλκει την κυκλοφορία στις συμβαλλόμενες οδούς (π.χ. αστική ή υπεραστική, εμπορική/βιομηχανική, κατοικίας), της σύνθεσης κυκλοφορίας (δηλαδή, ποσοστό βαρέων οχημάτων) και του κυκλοφορικού φόρτου που εξυπηρετεί ο κόμβος. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτοί οι παράγοντες μπορεί να επιτρέπουν ως όχημα σχεδιασμού μικρότερο, ή μεγαλύτερο από το αρθρωτό φορτηγό (π.χ. σε οδούς όπου περιστασιακά επιτρέπεται η διέλευση φορτίων μεγαλύτερου πλάτους, ή και μήκους από τα μέγιστα επιτρεπόμενα κατά τον ΚΟΚ).

Συμπερασματικά, οι λειτουργικές κατηγορίες των συμβαλλόμενων οδών, ο χαρακτήρας της περιοχής που παράγει/έλκει την κυκλοφορία (π.χ. αστική ή υπεραστική, εμπορική ή βιομηχανική, κατοικίας), η σύνθεση της κυκλοφορίας, καθώς και ο κυκλοφοριακός φόρτος στον κόμβο αποτελούν τους καθοριστικούς παράγοντες επιλογής του οχήματος σχεδιασμού.

Πίνακας 2. Επιλογή οχήματος σχεδιασμού. Πηγή ΟΜΟΕ Κ³ 2012.

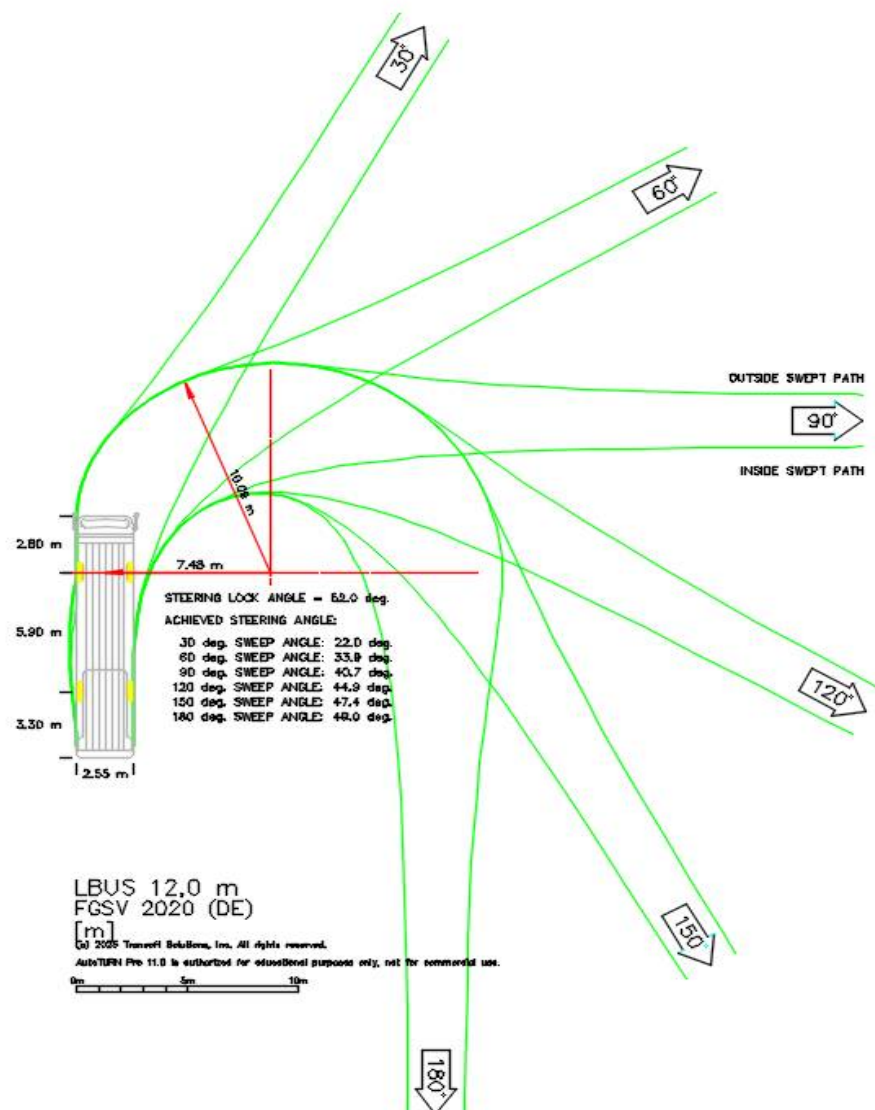
Κατηγορία Κ ³	Όχημα σχεδιασμού
Κομβίδιο	Λεωφορείο 12m
Αστικός συνεπτυγμένος	Λεωφορείο 12m
Αστικός 1 λωρίδας	Φορτηγό 16,50m
Αστικός 2 λωρίδων	Φορτηγό 16,50m
Υπεραστικός 1 λωρίδας	Φορτηγό 18,70m
Υπεραστικός 2 λωρίδας	Φορτηγό 18,70m

Έτσι, δεδομένου του αστικού χαρακτήρα της συμβολής καθώς και του Πίνακα Πίνακα 2.2-1 των ΟΜΟΕ Κ³ (Πίνακας 1 παρόντος) λαμβάνεται ως όχημα σχεδιασμού το αστικό λεωφορείο μήκους 12 μέτρων.



Εικόνα 11. Διαστάσεις οχήματος σχεδιασμού, λεωφορείου αστικής συγκοινωνίας.

Πηγή: AutoTURN template



Εικόνα 12. Ακτίνες στροφής οχήματος σχεδιασμού Πηγή: AutoTURN template

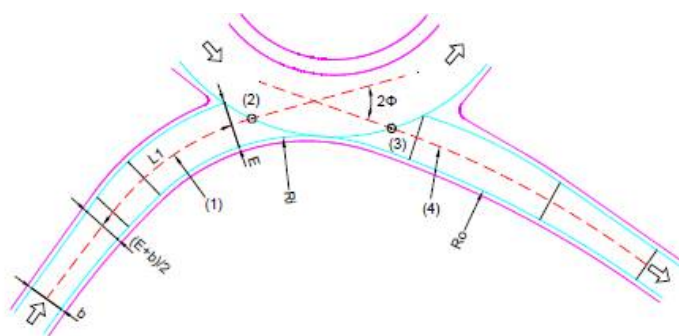
3.7 Στοιχεία σχεδιασμού

Τα συνιστώμενα μεγέθη διαμέτρου του κύκλου της εξωτερικής περιμέτρου του δακτυλίου κυκλοφορίας, ανάλογα με την περιοχή που εξυπηρετούν οι συμβαλλόμενες οδοί του κόμβου, την κατηγορία του κόμβου, και τον αριθμό των λωρίδων του δακτυλίου αναφέρονται στον επόμενο πίνακα, και στη συνέχεια στον Πίνακα 3 ακολουθούν οι λεπτομερείς διαστάσεις του δακτυλίου.

Πίνακας 3. Συνιστώμενη διάμετρος κύκλου εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου

Κατηγορία Κ ³	Διάμετρος f (m)
Κομβίδιο	15-30
Αστικός συνεπτυγμένος	25-35
Αστικός 1 λωρίδας	35-45
Αστικός 2 λωρίδων	45-70
Υπεραστικός 1 λωρίδας	40-60
Υπεραστικός 2 λωρίδας	55-75

Απεικονίζονται σχηματικά οι γεωμετρικές παράμετροι σχεδιασμού των ισόπεδων κόμβων κυκλικής κίνησης στο ακόλουθο σχήμα και περιγράφονται στον Πίνακα 3 (ΟΜΟΕ Κ³, 2012).



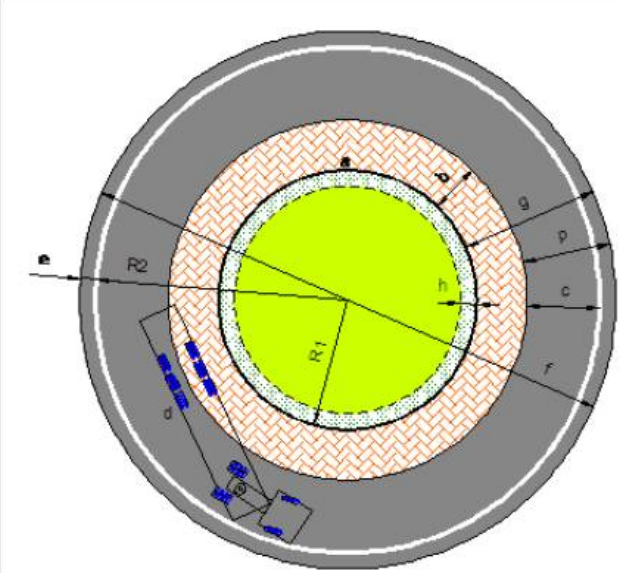
- b: Κανονικό πλάτος λωρίδας της κανονικής διατομής της οδού πρόσβασης
 E: Πλάτος εισόδου μιας λωρίδας
 L1: Το ήμισυ του μήκους ανάπτυξης της διαπλατυσμένης από πλάτος b σε E
 Φ: Γωνία εισόδου
 (1): Καμπύλη στο μέσον της διαπλατυσμένης λωρίδας εισόδου
 (2): Σημείο τομής της προηγούμενης καμπύλης επί της οριογραμμής του δακτυλίου κυκλοφορίας. Αρχή της εφαπτομένης προς την εσωτερική περίμετρο του δακτυλίου
 (3): Σημείο επαφής επί της καμπύλης εξόδου στη θέση της οριογραμμής του δακτυλίου κυκλοφορίας. Αρχή της εφαπτομένης προς την εσωτερική περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας
 (4): Καμπύλη στο μέσον της διαπλατυσμένης λωρίδας εξόδου

Σχήμα 17. Γεωμετρικές παράμετροι σχεδιασμού. Πηγή ΟΜΟΕ Κ³, 2012.

Πίνακας 4. Τυπικά πεδία τιμών σχεδιασμού γεωμετρικών παραμέτρων.
Πηγή ΟΜΟΕ Κ³ 2012.

Γεωμετρικές παράμετροι (βλ. Σχήμα 2.2-1)	Αριθμός λωρίδων στην είσοδο		
	1 λωρίδα	2 λωρίδες	3 λωρίδες
Πλάτος εισόδου (μεταξύ κρασπέδων) (E)	5,5-6,7 m	7,3-8,5 m	10,4-12,2 m
Αποτελεσματικό τμήμα μήκους διαπλάτυνσης (L1)	5 m (σε 1 λωρίδα) έως 100 m (σε 3 λωρίδες) Εάν χρειάζεται για αυξημένη κυκλοφοριακή ικανότητα		
Ακτίνα εισόδου (Ri)	17-27 m	17-30 m	20-30 m
Γωνία εισόδου (Φ)	20°-40°		
Διάμετρος εξωτερικής περιμέτρου (f)	35-45 m	50-65 m	60-90 m
Πλάτος δακτυλίου κυκλοφορίας (c)	E έως 1,2E (του μέγιστου E)		
Ακτίνα εξόδου (Ro)	Πρέπει Ro>Ri (Ro=60 έως 300 m)		

Πίνακας 5. Διαστάσεις γεωμετρικών παραμέτρων σχεδιασμού σε κόμβο κυκλικής κίνησης.
Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012.

Στοιχεία	f [m]	R1 [m]	b [m] ⁽¹⁾
	2 λωρίδων		
	80	29,5	1,0
	70	23,5	2,0
	60	18,5	2,0
	54	15,0	2,5
	46	10,5	3,0
	1 λωρίδας		
	54	17,5	0
	46	12,0	1,5
	40	12,0	1,5
	34	9,0	1,5
	30	6,0	2,5
	24	3,5	2,5
	24	5,0	0 ⁽²⁾
	16	1,0	0 ⁽³⁾

a: Κράσπεδο κεντρικής νησίδας	e: Ελάχιστο πλάτος ασφαλτικού ερείσματος 1,0 m
b: Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας	f: Εξωτερική διάμετρος
p: Πλάτος ασφαλτικού οδοστρώματος	g: Πλάτος κυκλοφορίσιμου μεταξύ κρασπέδων
c: Πλάτος δακτυλίου κυκλοφορίας	h: Πλάτος 1,0 m λωρίδας μόνο με χλοοτάπητα χωρίς οπτικά εμπόδια
d: Όχημα σχεδιασμού	

Η υπερβατή ζώνη θα πρέπει να προκύπτει μετά τον σχεδιασμό των βασικών γεωμετρικών στοιχείων και τον έλεγχο του πλάτους κατάληψης από το όχημα σχεδιασμού. Ειδικότερα, προκύπτει με χρήση κατάλληλου λογισμικού η ανάγκη για χρήση υπερβατής ζώνης περιμετρικά της κεντρικής νησίδα με μέγεθος που θα κυμαίνεται από 0,6m έως 4,2m. Διαφορετικά, είναι αναγκαίο να επαναλαμβάνεται εκ

νέου ο σχεδιασμός ώστε να παρέχεται ο απαραίτητος χώρος για την κίνηση των οχημάτων χωρίς τη χρήση της υπερβατής ζώνης.

Στην περίπτωση της μελέτης εφαρμογής στη διασταύρωση Καραολή Δημητρίου και 1^{ης} Μεραρχίας στη Λάρισα, και δεδομένου ότι λόγω περιορισμένου χώρου προς ανάπτυξη του ισόπεδου κόμβου επιλέχτηκε η λύση του δίδυμου κομβιδίου οι διάμετροι των δύο κομβιδίων ανέρχονται σε 23m ο βόρειος και σε 22m ο νότιος. Οι αντίστοιχες διαστάσεις των κεντρικών υπερβατών νησίδων διαμορφώνονται σε 13m και 12m αντίστοιχα.

3.8 Πλάτος δακτυλίου

Οι κυκλικοί κόμβοι με δακτύλιο δύο λωρίδων κίνησης και σημαντικό φόρτο βαρέων οχημάτων, πρέπει σχεδιαστούν κατάλληλα και να ελεγχθούν με ειδικό λογισμικό ώστε το πλάτος του δακτυλίου να δύναται να εξυπηρετήσει το μεγαλύτερο όχημα σχεδιασμού σε παράλληλη κίνηση με μικρό επιβατηγό όχημα, χωρίς να εμπλέκονται τα ίχνη των αμαξωμάτων τους, χωρίς να απαιτείται το αμάξιμα του φορτηγού να βρίσκεται στο πλάτος μεταξύ των οριογραμμών κυκλοφορίας, επειδή ο πρόβολος στο εμπρόσθιο ή οπίσθιο μέρος μπορεί να υπερβαίνει αυτές τις οριογραμμές. Για το λόγο αυτό προβλέπεται ελεύθερη ζώνη 1,0m.

Στην περίπτωση του δακτυλίου με μία λωρίδα κυκλοφορίας, πρέπει να εξυπηρετείται το όχημα σχεδιασμού καθώς και πυροσβεστικό όχημα, ενώ ταυτόχρονα η υπερβατή ζώνη εξυπηρετεί και μεγαλύτερα οχήματα.

Η εμφάνιση του φαινομένου του ύβου καμήλας, που προκύπτει επειδή παραμένει εκτός χρήσης τμήμα του δακτυλίου στην περίμετρό του πρέπει να αποφεύγεται. Αυτό το φαινόμενο εμφανίζεται όταν τα ίχνη των οχημάτων από τη φυσιολογική οδήγηση στην επιφάνεια κύλισης για δεξιά στροφή προς έξοδο στο αμέσως επόμενο σκέλος, δεν περνούν πάνω από το πλήρες πλάτος του δακτυλίου με την επιφάνεια να προσομοιάζεται με ύβος καμήλας. Σε δακτυλίους με δύο ή περισσότερες λωρίδες, αυτό το φαινόμενο προκαλείται από κακό σχεδιασμό που προκαλεί κίνδυνο πλαγιομετωπικών συγκρούσεων, λόγω επικάλυψης των τροχιών των παράλληλων κειμένων οχημάτων (ΟΜΟΕ Κ³, 2012).

Στην περίπτωση της μελέτης εφαρμογής στη διασταύρωση Καραολή Δημητρίου και 1^{ης} Μεραρχίας στη Λάρισα, το πλάτος των δακτυλίων ανέρχεται σε 5,00m.

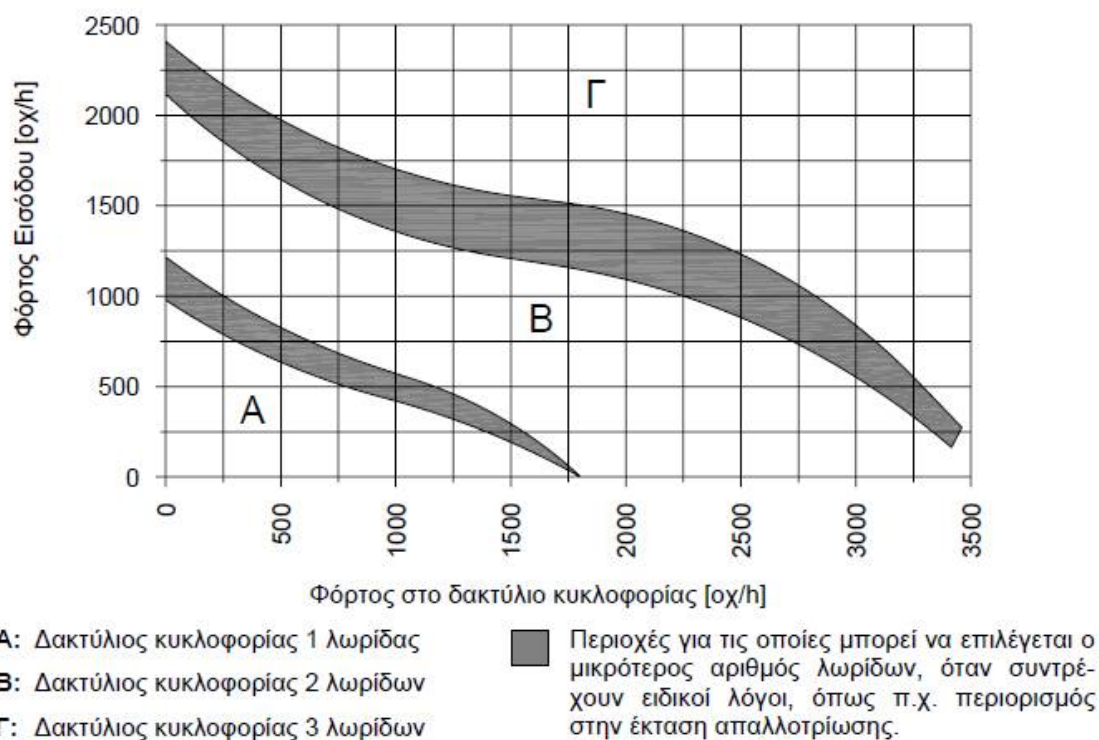


Εικόνα 13. Το φαινόμενο μορφής ύβου καμήλας στον δακτύλιο κυκλοφορίας.
ΠΗΓΗ ΟΜΟΕ Κ3, 2012.

3.9 Αριθμός Λωρίδων δακτυλίου κυκλοφορίας και εισόδων εξόδων

Ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας πρέπει να λαμβάνεται ως ο ελάχιστος απαιτούμενος ανάλογα με την υφιστάμενη και προβλεπόμενη ζήτηση. Η παροχή πρόσθετων λωρίδων που δεν είναι χρήσιμες για αυξημένη χωρητικότητα είναι αποφευκτέα καθώς δύναται να προκαλέσουν μείωση της αποτελεσματικότητας του σχεδιασμού ως προς την οδική ασφάλεια.

Στην περίπτωση που ο δακτύλιος κυκλοφορίας έχει 2 λωρίδες, σε συμβαλλόμενες οδούς 2 λωρίδων (μία ανά κατεύθυνση) κατηγορίας ΑII και ΒIV ή ανώτερης, το οδόστρωμα της εισόδου θα διαμορφώνεται με 2 λωρίδες. Στις εξόδους το οδόστρωμα μπορεί να διαμορφώνεται με μία ή δύο λωρίδες ανάλογα με τον φόρτο στρεφουσών κινήσεων. Σε κάθε περίπτωση ο αριθμός των λωρίδων στον δακτύλιο κυκλοφορίας μπορεί να προσδιορίζεται αρχικά από το διάγραμμα του επόμενου σχήματος ανάλογα με τον αριθμό των φόρτων σχεδιασμού στις εισόδους και στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Σημειώνεται ότι το διάγραμμα βασίζεται στον βαθμό κορεσμού.



Σχήμα 18. Απαιτούμενος αριθμός λωρίδων δακτυλίου κυκλοφορίας. Πηγή ΟΜΟΕ Κ³, 2012

Η μελετούμενη διασταύρωση εμπίπτει στην περίπτωση του ζώνης Α σύμφωνα με εκτιμήσεις φόρτου εισόδων και δακτυλίου κυκλοφορίας και επομένως δεν απαιτείται δεύτερη λωρίδα ούτε στις προσβάσεις ούτε στον δακτύλιο κυκλοφορίας. Οι εκτιμήσεις βασίζονται σε παρατήρηση και δεν ξεπερνούν τα 250 οχη/h τόσο στις εισόδους, όσο και στον δακτύλιο κυκλοφορίας.

3.10 Διάταξη κλάδων πρόσβασης

Η διάταξη Πρόσβασης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του κόμβου αφού ρυθμίζει την ταχύτητα καθορίζει την ικανότητα του κόσμου να εξυπηρετήσουν το όχημα σχεδιασμού καθώς και την ορατότητα μεταξύ των διαδοχικών κλάδων. Η τυπική περίπτωση είναι αυτή στην οποία ο άξονας της οδού πρόσβασης στον κόμβο βρίσκεται σε ευθεία με το κέντρο του κόμβου. Η εξέταση εναλλακτικών λύσεων θα γίνεται αφού αποφασιστεί ότι αυτή η περίπτωση για συγκεκριμένους λόγους δεν είναι η προτιμότερη διάταξη γενικά υπάρχουν 3 τύποι διάταξης του κάθε σκέλους οστού στο κέντρο του κόμβου που απεικονίζονται στα επόμενα σχήματα (ΟΜΟΕ Κ³, 2012).

Πλεονεκτήματα: • Αναμενόμενη από τους οδηγούς διάταξη • Απαιτούνται λιγότερες επεμβάσεις στη χάραξη των προσβάσεων προ του κόμβου, οπότε οι επιπτώσεις περιορίζονται στη στενή περιοχή του κόμβου • Η καμπυλότητα στις εξόδους αποθαρρύνει τους οδηγούς να αναπτύξουν μεγάλες ταχύτητες εξερχόμενοι του κόμβου	
Μειονεκτήματα: • Ίσως απαιτεί μεγαλύτερη διάμετρο για να επιτευχθεί ικανοποιητική ρύθμιση ταχύτητας • Δεν είναι πάντα εφικτή διάταξη, ανάλογα με τη χάραξη των συμβαλλουσών οδών που προϋπάρχουν	

Σχήμα 19. Άξονας οδού πρόσβασης σε ευθεία με το κέντρο του κύκλου. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ3, 2012.

Πλεονεκτήματα: • Επιτρέπει μεγαλύτερη γωνία εκτροπής και ρύθμιση της ταχύτητας • Ευνοεί την εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων, χρησιμοποιώντας μικρή διάμετρο κύκλου • Εξυπηρετεί ενδεχόμενη ανάγκη μείωσης απαλλοτριώσεων στην αριστερή πλευρά της οδού πρόσβασης	
Μειονεκτήματα: • Στην έξοδο υπάρχει μεγάλη ακτίνα στροφής που ευνοεί μεγάλες ταχύτητες, ενώ αποτελεί πρόβλημα όταν υπάρχει πεζοδιάβαση • Επιβάλλει ενδεχόμενη ανάγκη αύξησης απαλλοτριώσεων στη δεξιά πλευρά της οδού πρόσβασης	

Σχήμα 20. Άξονας οδού πρόσβασης αριστερά από το κέντρο του κόμβου. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012

Πλεονεκτήματα: • Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολύ μεγάλες διαμέτρους κύκλου με ταυτόχρονη ικανοποιητική ρύθμιση της ταχύτητας • Βελτίωση ορατότητας μεταξύ διαδοχικών κλάδων κατά την είσοδο • Εξυπηρετεί την ενδεχόμενη ανάγκη μείωσης απαλλοτριώσεων στη δεξιά πλευρά της οδού πρόσβασης	
Μειονεκτήματα: • Δυσκολία στη ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων, ειδικά σε περιπτώσεις κύκλου μικρής διαμέτρου • Επιβάλλει την ενδεχόμενη ανάγκη αύξησης των απαλλοτριώσεων στην αριστερή πλευρά της οδού πρόσβασης	

Σχήμα 21. Άξονας οδού πρόσβασης δεξιά από το κέντρο του κόμβου (ΟΜΟΕ Κ³, 2012)

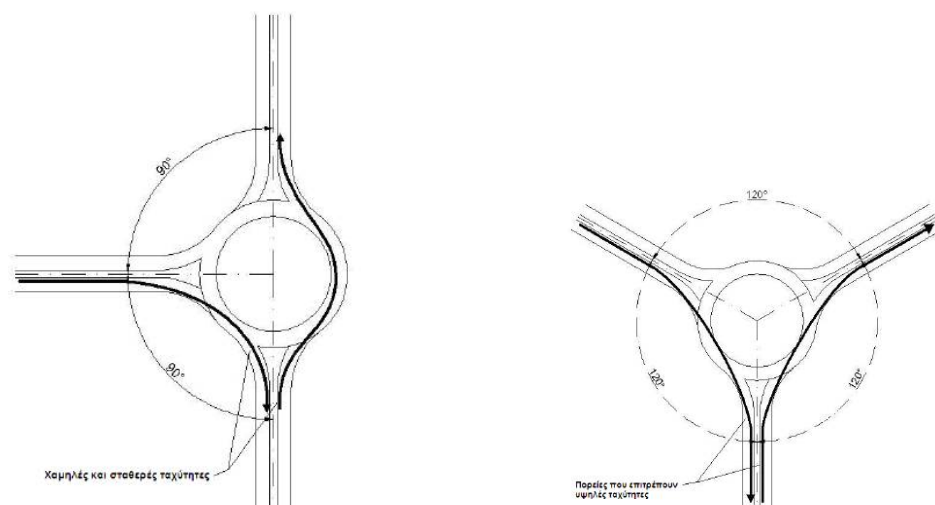
3.11 Γωνίες μεταξύ σκελών

Η εφαρμογή ενός κυκλικού κόμβου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των σημείων σύγκρουσης και την επικινδυνότητάς τους, διευκολύνει την ροή των οχημάτων χωρίς όμως να πάψει η ανάγκη για έλεγχο των γωνιών που σχηματίζουν οι κλάδοι μεταξύ τους. Στις περιπτώσεις μεγάλων γωνιών μεταξύ διαδοχικών κλάδων πρόσβασης, παρουσιάζονται υψηλές ταχύτητες και λανθασμένη οδηγική συμπεριφορά όπου ακολουθείται η πιο σύντομη διαδρομή επί του δακτυλίου διασχίζοντας και λωρίδες που δεν αντιστοιχούν στην ακολουθητέα πορεία εξόδου τους από τον κόμβο. Αντίστοιχα, πολύ μικρές γωνίες κάνουν δύσκολη την κίνηση των βαρέων οχημάτων.

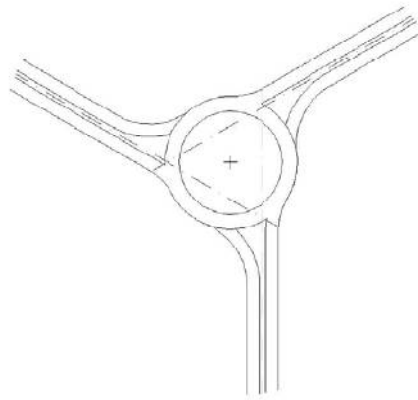
Γενικά, η προτιμότερη περίπτωση είναι οι διαδοχικοί κλάδοι να σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία όσο το δυνατόν πιο κοντά στις 90 μοίρες. Για την επίτευξη του στόχου ρύθμισης της ταχύτητας οι κόμβοι με γωνίες μεταξύ οδών πρόσβασης πολύ μεγαλύτερες από 90 μοίρες απαιτούν μεγαλύτερες διαμέτρους κύκλου. Σε περιπτώσεις κόμβων με 3 σκέλη είναι προτιμότερη η διάταξη «Τ» δηλαδή συμβολή υπό γωνία 90 μοιρών ενός σκέλους στα άλλα δύο από τη διάταξη «Υ». Εφόσον η διάταξη «Υ» προκύπτει ως υποχρεωτική, τότε συνιστάται η εφαρμογή των ενδεχομένως δυνατόν τροποποιήσεων για την καλύτερη ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων.

Τέτοιες τροποποιήσεις μπορεί να είναι:

- α) η αλλαγή της διαμέτρου του δακτυλίου κυκλοφορίας,
- β) της μείωσης του πλάτους και των ακτίνων καμπής των κλάδων πρόσβασης κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας και
- γ) η μετατόπιση του άξονα των κλάδων πρόσβασης προς τα αριστερά σε σχέση με το κέντρο του κόμβου.



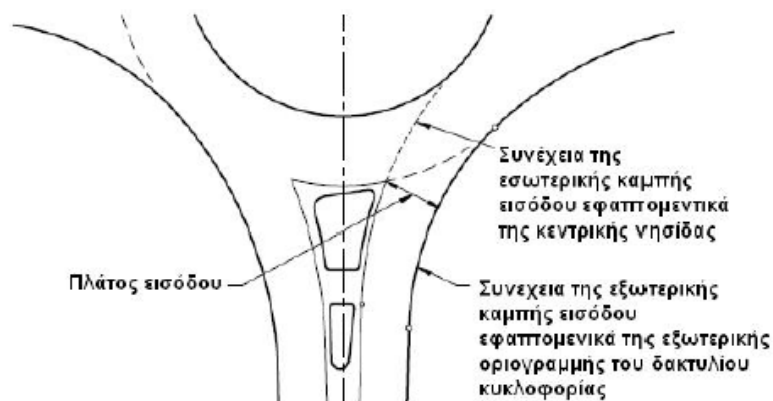
Σχήμα 22. Τυπική διαμόρφωση κόμβου 3-σκελή μορφής Τ αριστερά και κόμβου τρισκελή μορφής Υ δεξιά. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3, 2012



Σχήμα 23. Τροποποίηση σκελών πρόσβασης κόμβου 3-σκελή μορφής Υ Πηγή ΟΜΟΕ Κ³, 2012

3.12 Είσοδοι δακτυλίου κυκλοφορίας

Ο σχεδιασμός της εισόδου στο δακτύλιο κυκλοφορίας πρέπει να επιτρέπει την ομαλή μετάβαση των οχημάτων και να ρυθμίσει την ταχύτητα εισόδου με κατάλληλη γεωμετρική διαμόρφωση. Το πλάτος του κλάδου στην περιοχή εισόδου όταν αυτός έχει μια λωρίδα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 4 και 5 μέτρων με τυπική διάσταση να ανέρχεται σε 4,5 m. Σκόπιμο είναι να αποφεύγετε πολύ πλατύτερη λωρίδα για να αποθαρρύνεται η δημιουργία παράλληλων στοίχων από τους οδηγούς.



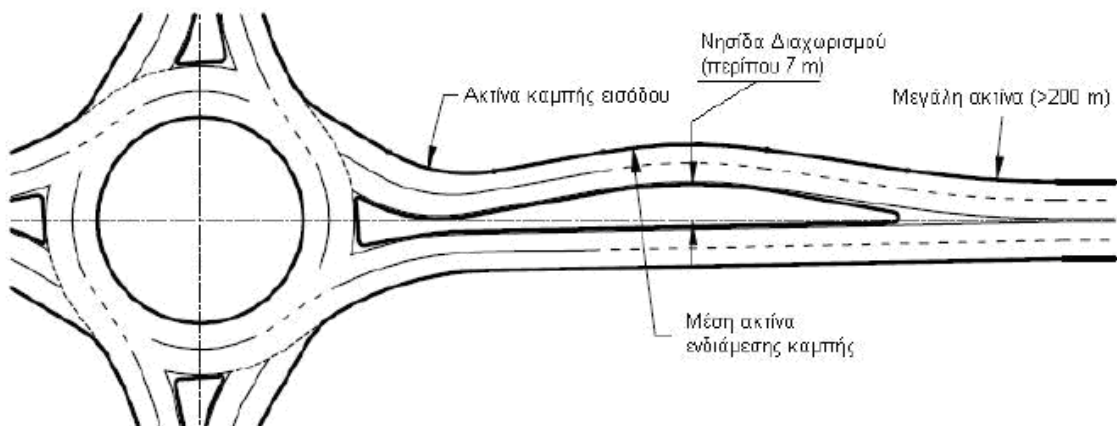
Σχήμα 24. Τυπική μορφή εισόδου. Πηγή ΟΜΟΕ Κ³, 2012

Στις περιπτώσεις κόμβων με είσοδο μίας λωρίδας, οι καμπές μιας ενιαίας ακτίνας είναι ικανοποιητικές ενώ οι κόμβοι με είσοδο δύο λωρίδων ενδεχομένως να απαιτούν καμπές συνδυασμού ακτίνων. Σε αστικούς κυκλικούς κόμβους K^3 μιας λωρίδας οι ακτίνες εισόδου πρέπει να είναι στο εύρος μεταξύ 15 και 30 μέτρων.

Η αλληλουχία καμπών στον κλάδο εσόδου και μέχρι την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας δεν πρέπει να οδηγεί σε διαφορές ταχυτήτων από τμήμα σε τμήμα μεγαλύτερος των 20 km/h. Διαφορετικά σκόπιμες είναι ειδικές επεμβάσεις για τη σχετική ρύθμιση της ταχύτητας σε κόμβους.

Σε κόμβους με εισόδους 2 ή περισσότερων λωρίδων για την καθοδήγηση των οχημάτων στη σωστή μερίδα του δακτυλίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευθύγραμμο τμήμα ή τόξο μεγάλης ακτίνας για τη συναρμογή μεταξύ των τόξων της εισόδου και του δακτυλίου.

Στις περιπτώσεις συμβαλλόμενων οδών υψηλών ταχυτήτων μεγαλύτερων των 70km/h συνιστάται η διαμόρφωση θλάσης στους κλάδους εισόδου που απαιτείται για την ρύθμιση της ταχύτητας.



Σχήμα 25. Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου για μείωση ταχύτητας. Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012

Οι συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού ανά κατηγορία και κακό κόμβο αναφέρονται στον επόμενο πίνακα 5.

Πίνακας 6. Συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού συναρτήσει της κατηγορίας του κυκλικού κόμβου. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012

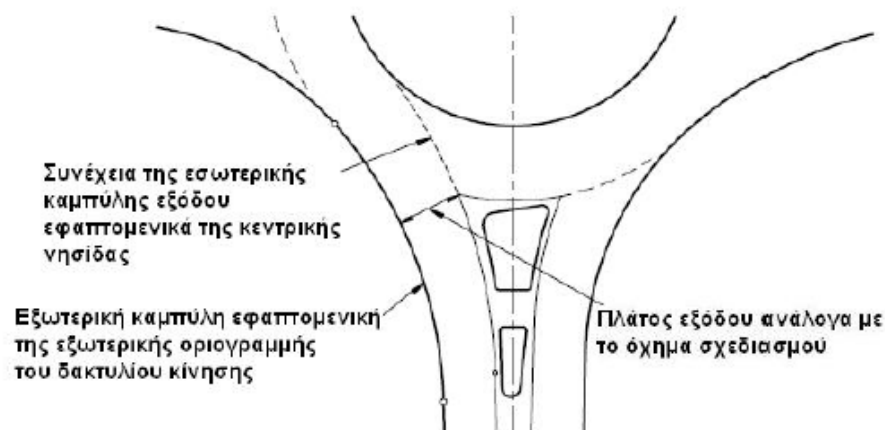
#	Κατηγορία Κ ³	Ταχύτητα [km/h]
1	Κομβίδιο	25 – 30
2	Αστικός Συνεπτυγμένος	25 – 30
3	Αστικός 1 Λωρίδας	30 – 40
4	Υπεραστικός 1 Λωρίδας	40 – 50
5	Αστικός 2 Λωρίδων	40 – 50
6	Υπεραστικός 2 Λωρίδων	50

3.13 Έξοδοι δακτυλίου κυκλοφορίας

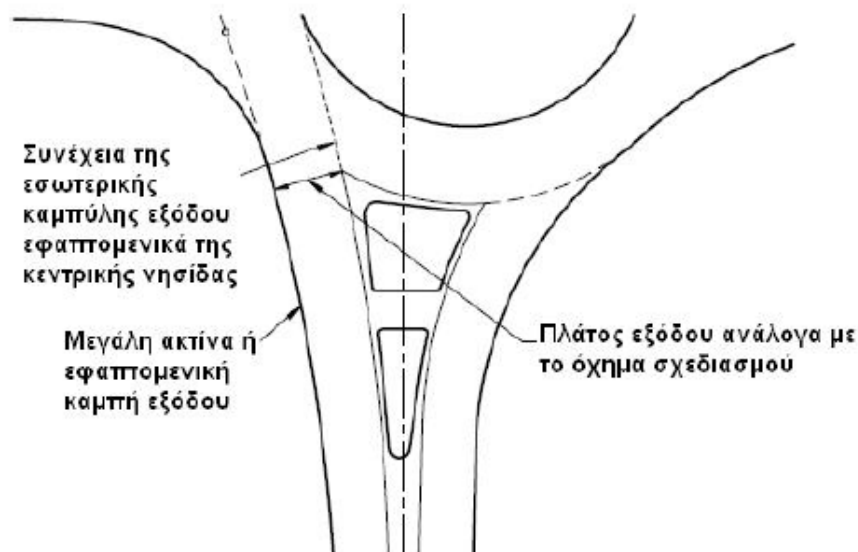
Οι ακτίνες στις εξόδους από τον δακτύλιο κυκλοφορίας επιτρέπεται να είναι σημαντικά μεγαλύτερες από την ακτίνα του δακτυλίου, σε αντίθεση με τις θέσεις εισόδου όπου πρέπει να εξασφαλίζεται χαμηλή ταχύτητα.

Κρίσιμης σημασίας κατά τον σχεδιασμό είναι η απόσταση ορατότητας στάσης για τους οδηγούς, ενώ για τους πεζούς ο χρόνος απόφασης για να διασχίσουν εγκάρσια την οδό. Αναλυτικότερα, ο πεζός θα πρέπει να έχει τον κατάλληλο χρόνο ώστε να διαπιστώσει αν το κάθε όχημα θα εξέλθει από τον δακτύλιο κυκλοφορίας του κόμβου ή αν θα συνεχίσει την κυκλική πορεία, ώστε να αποφασίσει στη συνέχεια αν θα διέλθει κάθετα της οδού στην πεζοδιάβαση. Επομένως, οι χαμηλές ταχύτητες εξόδου παρέχουν τη δυνατότητα στον πεζό να αντιληφθεί νωρίτερα την πρόθεση του οδηγού.

Με την αλληλουχία χαμηλών ταχυτήτων εισόδου, μικρότερης διάμετρος κύκλου η κίνηση των οχημάτων στον κύκλο είναι βραδύτερη και βελτιώνονται οι συνθήκες που επιτρέπουν στους οδηγούς να αντιληφθούν τους πεζούς στην πεζοδιάβαση εξόδου, ρυθμίζοντας κατάλληλα την ταχύτητά τους κατά την έξοδο. Για τη διασφάλιση της ομαλής μετάβασης από τον δακτύλιο κυκλοφορίας στο κλάδο εξόδου απεικονίζονται στα ακόλουθα σχήματα οι δύο διατάξεις σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ Κ3.



Σχήμα 26. Ο άξονας της εξόδου διέρχεται από το κέντρο του κύκλου. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3, 2012



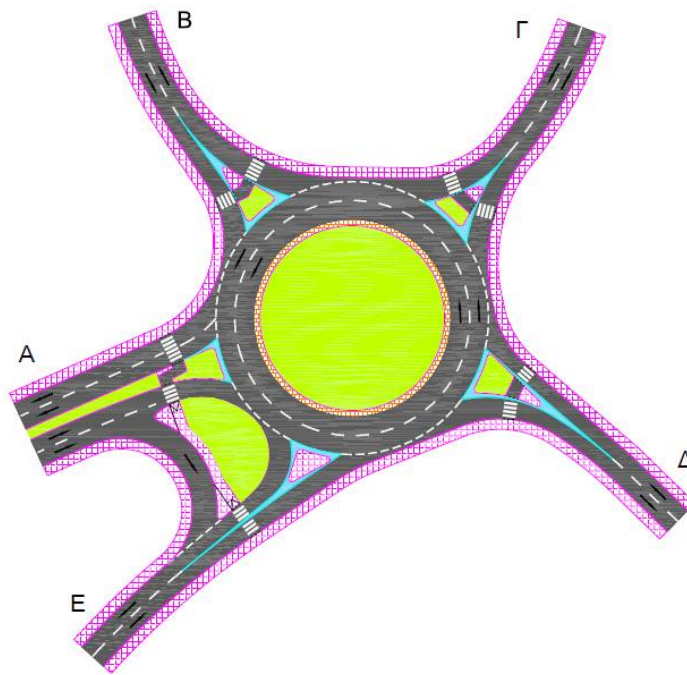
Σχήμα 27. Ο άξονας της εξόδου διέρχεται αριστερά από το κέντρο του κύκλου. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3, 2012

3.14 Διαμόρφωση αποκλειστικών λωρίδων δεξιάς στροφής.

Οι υψηλοί φόρτοι δεξιά στρεφόντων οχημάτων από τη μια είσοδο στην αμέσως επόμενη έξοδο, ενδέχεται να πρέπει να οδηγηθούν μέσω αποκλειστικής λωρίδας δεξιάς στροφής (παρακαμπτήριοι κλάδοι), ώστε να αντιμετωπιστούν τα ζητήματα αυξημένης ζήτησης δεξιά στρεφουσών κινήσεων, αλλά και ασφαλείας

έναντι πεζών και ποδηλάτων. Έτσι, δύναται να αποφεύγεται η κατασκευή δακτυλίου κυκλοφορίας δύο λωρίδων ή να μετατίθεται για αργότερα, ανάλογα με την εξέλιξη της ζήτησης. Συνήθως, κλάδος παράκαμψης κατασκευάζεται όταν ο δεξιός στρέφων φόρτος αποτελείται κατά 10% τουλάχιστον από μεγάλα φορτηγά.

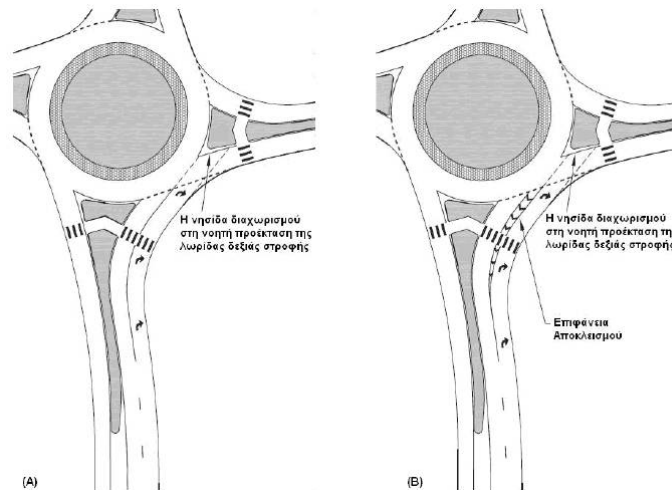
Παρακαμπτήριος κλάδος απαιτείται επίσης στις περιπτώσεις που υπάρχουν περισσότερα από πέντε σκέλη στον κόμβο, ενώ υποχρεωτικό ο δακτύλιος να έχει μικρή σχετικά διάμετρο.



Σχήμα 28. Εφαρμογή παρακαμπτηρίου κλάδου αποκλειστικά δεξιάς στροφής. Πηγή ΟΜΟΕ Κ³, 2012.

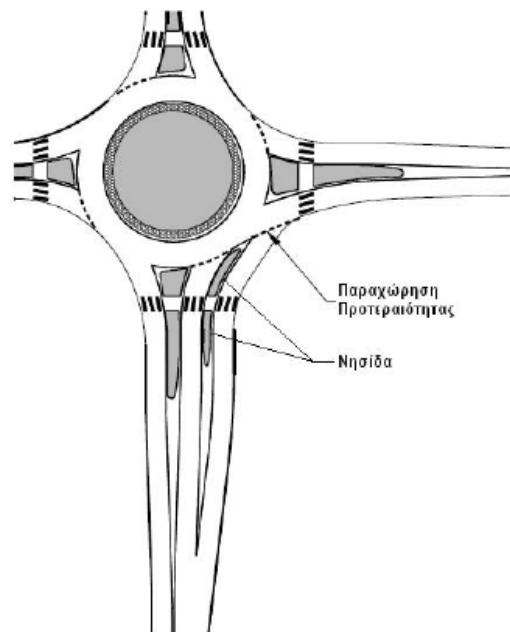
Προκειμένου να σχεδιαστούν οι αποκλειστικές λωρίδες δεξιάς στροφής εφαρμόζονται οι ακόλουθες τεχνικές:

- Προσθήκη παράλληλης δεξιάς στροφής μέχρι την περίμετρο του δακτυλίου. Δημιουργούνται δύο λωρίδες λίγο πριν την είσοδο του κλάδου στον δακτύλιο, με τη συνέχεια της δεξιάς λωρίδας να διακόπτεται στη γραμμή εισόδου, ενώ στην προέκτασή της βρίσκεται η νησίδα διαχωρισμού της επόμενης πρόσβασης. Για την κατάλληλη διοχέτευση της κυκλοφορίας και την αποφυγή χρήσης της λωρίδας αυτής για την ευθεία κίνηση δύναται να σχεδιάζεται διαγραμμισμένη επιφάνεια αποκλεισμού.



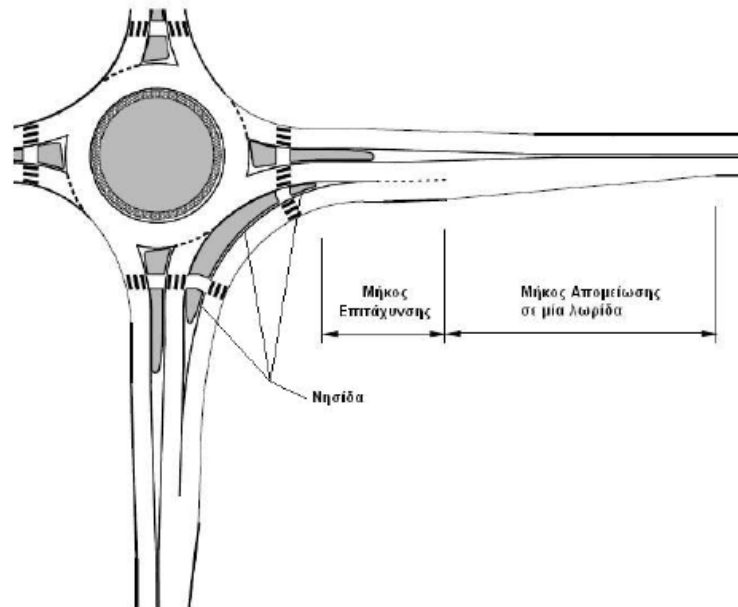
Σχήμα 29. Διαμόρφωση παράλληλης δεξιάς στροφής μέχρι την περίμετρο του δακτυλίου, με ή χωρίς λωρίδα αποκλεισμού. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3, 2012.

- Χρήση υπερυψωμένης νησίδας για τον διαχωρισμό της λωρίδας δεξιάς στροφής. Η διαγραμμισμένη επιφάνεια αποκλεισμού αντικαθίσταται από μη υπερβατή νησίδα η οποία διαχωρίζει δομικά τις πορείες των οχημάτων.



Σχήμα 30. Χρήση υπερυψωμένης νησίδας δεξιάς στροφής. Πηγή ΟΜΟΕ Κ³, 2012

- Χρήση παρακαμπτηρίου κλάδου άμεσης δεξιάς στροφής. Η δεξιά στροφή διαχωρίζεται πλήρως με επέκταση της διαχωριστικής νησίδας και εφόσον ο κλάδος εξόδου είναι μίας λωρίδας προστίθεται λωρίδα επιτάχυνσης.



Σχήμα 31. Παρακαμπτήριος κλάδος δεξιάς στροφής με λωρίδα επιτάχυνσης. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012.

3.15 Υψομετρική διαμόρφωση και αποχέτευση καταστρώματος κόμβου κυκλικής κίνησης.

Το οριζόντιο έδαφος της διασταύρωσης όπου σχεδιάζεται κόμβος κυκλικής κίνησης επιβάλλει την λήψη ειδικών μέτρων αποχέτευσης του καταστρώματος του δακτυλίου. Ειδικότερα, επιβάλλεται ο δακτύλιος κυκλοφορίας να διαμορφώνεται με κλίση 0,5 έως 1,0% προκειμένου τα όμβρια να καθοδηγούνται προς τον αποδέκτη. Επιπρόσθετα, η κατά μήκος κλίση των πλευρικών ρείθρων πρέπει να επιτρέπει τον αυτοκαθαρισμό από τα φερτά υλικά μέσω της παράσυρσης από τα όμβρια.

Στις περιπτώσεις που το ανάγλυφο δεν επιτρέπει την εφαρμογή των παραπάνω κλίσεων, και σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ Κ3, 2012 εφαρμόζεται μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση 4% κατά μήκος δύο καθέτων μεταξύ τους διαμέτρων και κατά προτίμηση στη μία εξ αυτών. Σε ανάγλυφο με κλίσεις έως 3% δεν παρατηρούνται προβλήματα απορροής ομβρίων.

Σε ανάγλυφο με μεγαλύτερες κλίσεις που απαιτούν εκτεταμένες επεμβάσεις για την υψομετρική διαμόρφωση του κόμβου συνιστάται αυτές να γίνονται κατά προτεραιότητα στους κλάδους πρόσβασης, ώστε η περιοχή του δακτυλίου να έχει καλύτερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά.

Οι κλάδοι πρόσβασης έχουν επιτρεπόμενη κατά μήκος κλίση έως 2,5%, τουλάχιστον σε μήκος 12m από την περίμετρο του κύκλου. Στις εξόδους η μηκοτομική κλίση μπορεί να φτάσει μέγιστη τιμή 4%.

3.16 Κράσπεδα-Οδόστρωμα

Η περιοχή στην οποία αναπτύσσεται ο κόμβος καθορίζει το αν τα κράσπεδα θα είναι υπερβατά ή μη. Αναλυτικότερα, το είδος του κρασπέδου ανά περιοχή φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα 6 (ΟΜΟΕ Κ³, 2012).

Πίνακας 7. Είδος κρασπέδου σε σχέση με την περιοχή του κόμβου. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012

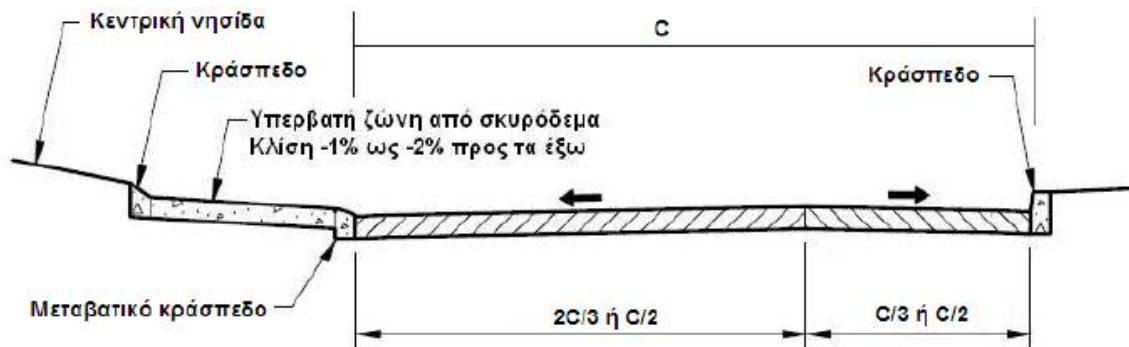
#	Θέση κρασπέδου	Είδος κρασπέδου	
		Αστική περιοχή	Υπεραστική περιοχή
1	Περίμετρος κυκλικής νησίδας	Υπερβατό	Υπερβατό
2	Νησίδες διαχωρισμού στις προσβάσεις	Υπερβατό	Μη-υπερβατό [υπερβατό ⁽¹⁾]
3	Εξωτερική περίμετρος δακτυλίου	Μη-υπερβατό	Άνευ κρασπέδου

Έτσι, στον μελετούμενο κόμβο η περίμετρος της κυκλικής νησίδας θα είναι υπερβατή και θα κατασκευαστεί σύμφωνα όπως απεικονίζεται στο σχήμα 8, οι διαχωριστικές νησίδες σε όλες τις προσβάσεις κατασκευάζονται υπερβατές και υψώνονται κατά 7 εκατοστά άνω του οδοστρώματος και τέλος, η εξωτερική περίμετρος του δακτυλίου κατασκευάζεται με μη υπερβατό κράσπεδο ύψους 15 εκατοστών, όμοια με το κράσπεδο πεζοδρομίου.

Η διαμόρφωση των κλίσεων του οδοστρώματος σε κυκλικούς κόμβους με δακτυλίους μία ή δύο λωρίδων κυκλοφορίας φαίνεται διακριτά στα ακόλουθα σχήματα:



Σχήμα 32. Μονοκλινές οδόστρωμα σε δακτύλιο 1 λωρίδας. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012.



Σχήμα 33. Δικλινές οδόστρωμα σε δακτύλιο με 2 ή περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας.
Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012

Η υπερβατή ζώνη συνιστάται να γίνεται με υλικά με έντονη χρωματική αντίθεση σε σχέση με το οδόστρωμα σύμφωνα με ΟΜΟΕ Κ3. Ενδείκνυται η επίστρωση με κόκκινους κυβόλιθους ή δύο χρωμάτων όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα για τον σχηματισμό βελών υπόδειξης της κατεύθυνσης κυκλοφορίας.



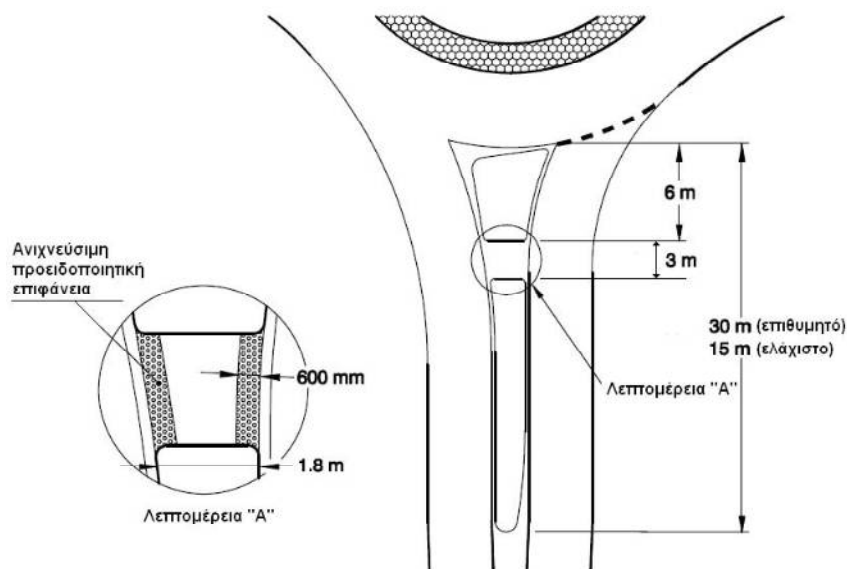
Εικόνα 14. Επίστρωση υπερβατής ζώνης δίχρωμα, σχηματίζοντας βέλη κυκλοφορίας.
Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012

Στην μελετούμενη διασταύρωση Καραολή Δημητρίου και 1^{ης} Μεραρχίας και δεδομένου ότι αφορά σε κόμβο κυκλικής κίνησης μορφής κομβιδίου η κεντρική νησίδα θα είναι πλήρως υπερβατή με κυβόλιθους έντονου χρωματισμού. Το οδόστρωμα του δακτυλίου κυκλοφορίας θα έχει κλίση 2% προς τα έξω.

3.17 Νησίδα διαχωρισμού με διαμόρφωση πεζοδιαβάσεων

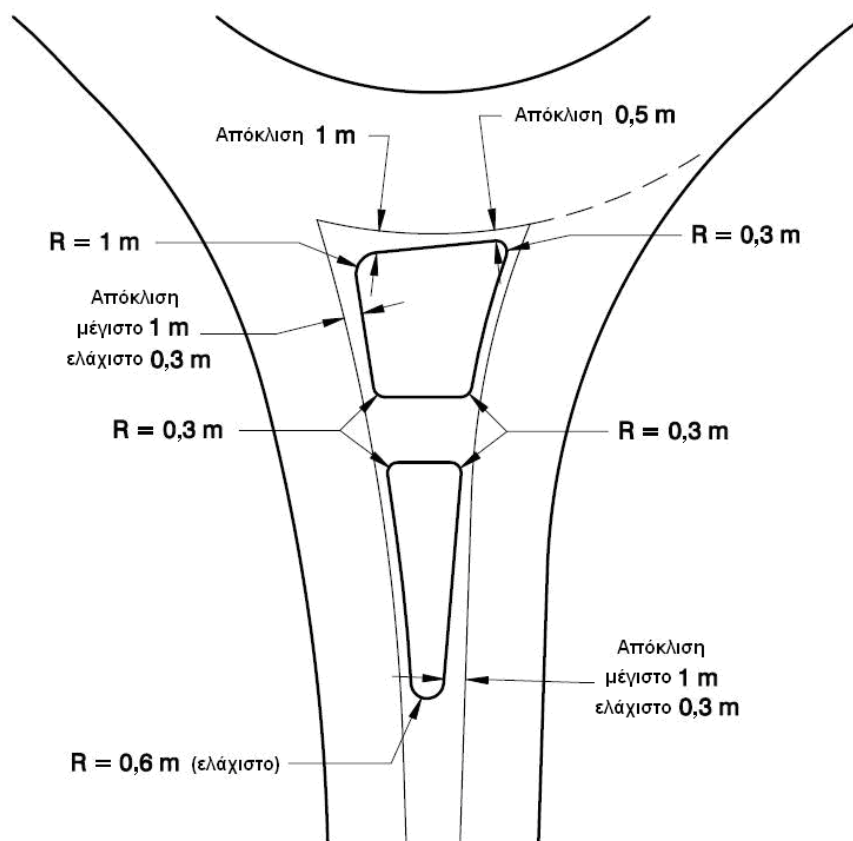
Στους ισόπεδους κόμβους κυκλικής κίνησης οι πεζοδιαβάσεις σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ Κ³, όταν χρειάζεται περνούν εγκάρσια τη νησίδα διαχωρισμού των δύο ρευμάτων κυκλοφορίας κάθε πρόσβασης του κόμβου. Το συνολικό μήκος της νησίδας διαχωρισμού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 μέτρα. Σε περιοχές υψηλών ταχυτήτων θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα κατασκευής νησίδας μήκους 45 μέτρων, σε συνδυασμό με καμπυλοειδή διαμόρφωση του οδοστρώματος του κλάδου προσέγγισης.

Στην περίπτωση ανάγκης χωροθέτησης πεζοδιαβάσεων, αυτή διακόπτεται σε απόσταση τουλάχιστον 6 μέτρων από την εξωτερική οριογραμμή του δακτυλίου κυκλοφορίας, για λόγους ευκολότερης διέλευσης και προστασίας πεζών, ποδηλάτων και ΑμΕΑ. Στα επόμενο σχήμα 34 φαίνονται οι λεπτομέρειες σχεδιασμού των πεζοδιαβάσεων στην περίπτωση που διακόπτουν τη νησίδα διαχωρισμού.



Σχήμα 34. Διακοπή νησίδας για διαμόρφωση πεζοδιάβασης Πηγή: ΟΜΟΕ Κ³, 2012

Ο σχεδιασμός των τριγωνικών νησίδων διαχωρισμού που εφαρμόστηκαν και στον μελετούμενο κόμβο κυκλικής κίνησης που αποτελεί αντικείμενο της εν λόγω εργασίας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες ΟΜΟΕ Κ³ και απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα 35.



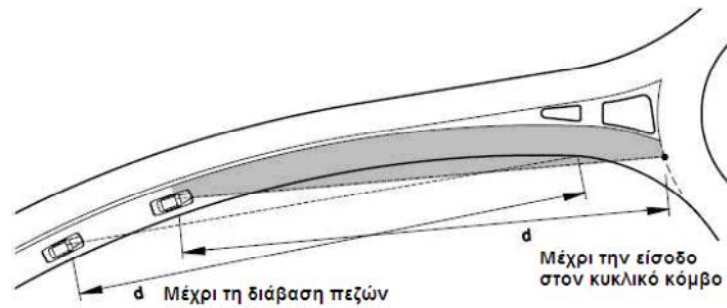
Σχήμα 35. Λεπτομέρεια σχεδιασμού γωνιών τριγωνοειδών νησίδων.
Πηγή ΟΜΟΕ Κ³, 2012

3.18 Ορατότητα

Κρίσιμη σημασία κατά τον σχεδιασμό ενός κόμβου έχει η δυνατότητα που πρέπει να έχουν οι οδηγοί για να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τη διάταξη που ακολουθεί την πορεία τους, να εκτιμήσουν πιθανές αιτίες για στάση ώστε να αποφασίσουν για τον χειρισμό που θα πραγματοποιήσουν και να εκτελέσουν την απόφασή τους. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω πρέπει να παρέχεται επαρκής απόσταση ορατότητας για στάση που θα καλύπτει τους απαιτούμενους χρόνους αντίδρασης, και στάσης σε όλη τη διάρκεια κίνησής τους προς, εντός και εκτός του κόμβου κυκλικής κίνησης.

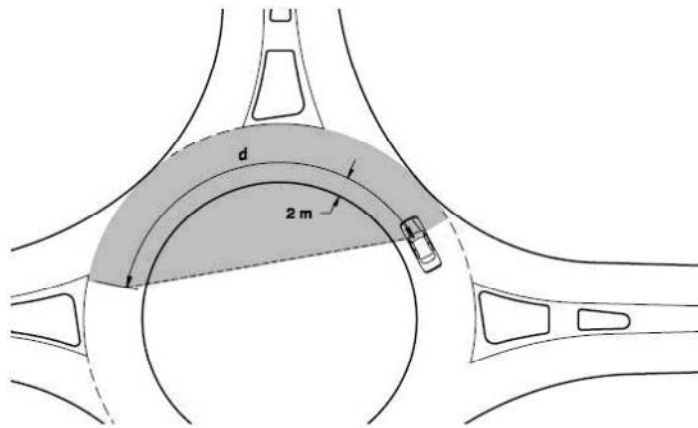
Οι ελάχιστες αποστάσεις ορατότητας σε στάση που πρέπει να τηρούνται είναι:

- κατά την προσέγγιση του κόμβου



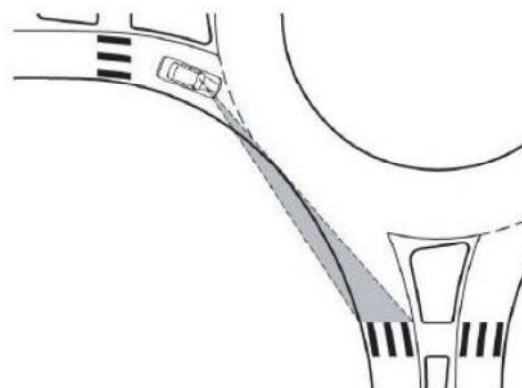
Σχήμα 36. Μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον K^3 .
Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012

- κατά την κυκλική πορεία του δακτυλίου



Σχήμα 37. Μήκος ορατότητας για στάση επί δακτυλίου κυκλοφορίας K^3 .
Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012

- κατά τη προσέγγιση της διάβασης πεζών στην έξοδο



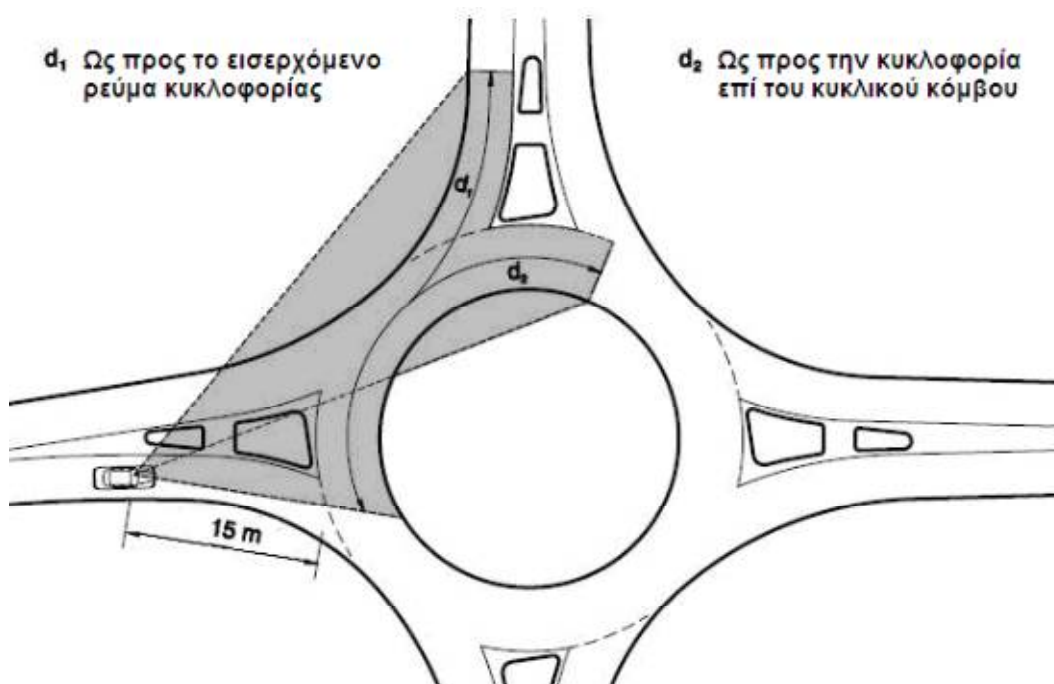
Σχήμα 38. Μήκος ορατότητας για στάση μέχρι τη διάβαση πεζών στον K^3 .
Πηγή: ΟΜΟΕ K^3 , 2012

Για τις ελάχιστες αποστάσεις ορατότητας, ανάλογα με την ταχύτητα κίνησης του οχήματος χρησιμοποιείται ο ακόλουθος πίνακας για χρόνο αντίληψης-αντίδρασης 2,5s και επιβράδυνση $3,4\text{m/s}^2$.

Πίνακας 8. Απόσταση ορατότητας ανάλογα με την ταχύτητα κίνησης. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ3, 2012

Ταχύτητα (km/h)	15	25	30	40	50
Απόσταση ορατότητας (m)	20	30	40	50	60

Με τα τρίγωνα ορατότητας, που φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα, διαφυλάσσεται ότι ο κινούμενος οδηγός, κατά την είσοδό του στον δακτύλιο κυκλοφορίας, ότι θα μπορεί να δει τυχόν εμπόδια με τα οποία ενδέχεται να εμπλακεί σε σύγκρουση.



Σχήμα 39. Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Πηγή: ΟΜΟΕ Κ3, 2012.

Τα μήκη των σκελών των τριγώνων ορατότητας, με την παραδοχή του χρονικού διάκενου δίνουν τις ακόλουθες ελάχιστες τιμές όπως περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα 8:

Πίνακας 9: Ελάχιστα μήκη πλευρών τριγώνων ορατότητας. Πηγή ΟΜΟΕ Κ3, 2012

Ταχύτητα επερχόμενης κυκλοφορίας (km/h)	20	25	30	35	40
Απόσταση ορατότητας (m)	28	35	42	49	56

Σε ό,τι αφορά τη γωνία εισόδου στον κυκλικό κόμβο θα πρέπει να διαμορφωθεί κατάλληλα ώστε να ρυθμίζει στοχευμένα την ταχύτητα αλλά και να παρέχει την απαραίτητη ορατότητα για άνεση και ασφάλεια στην κίνηση. Έτσι σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ Κ³, 2012, ο οδηγός μπορεί να κατοπτρεύσει εύκολα πεδίο γωνίας μέχρι 112° που σχηματίζεται από τον άξονα του οχήματος προς τα αριστερά του.

Κατ'εφαρμογή των παραπάνω διεξήχθησαν οι παρακάτω έλεγχοι ορατότητας στον κόμβο κυκλικής κίνησης που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας εργασίας:

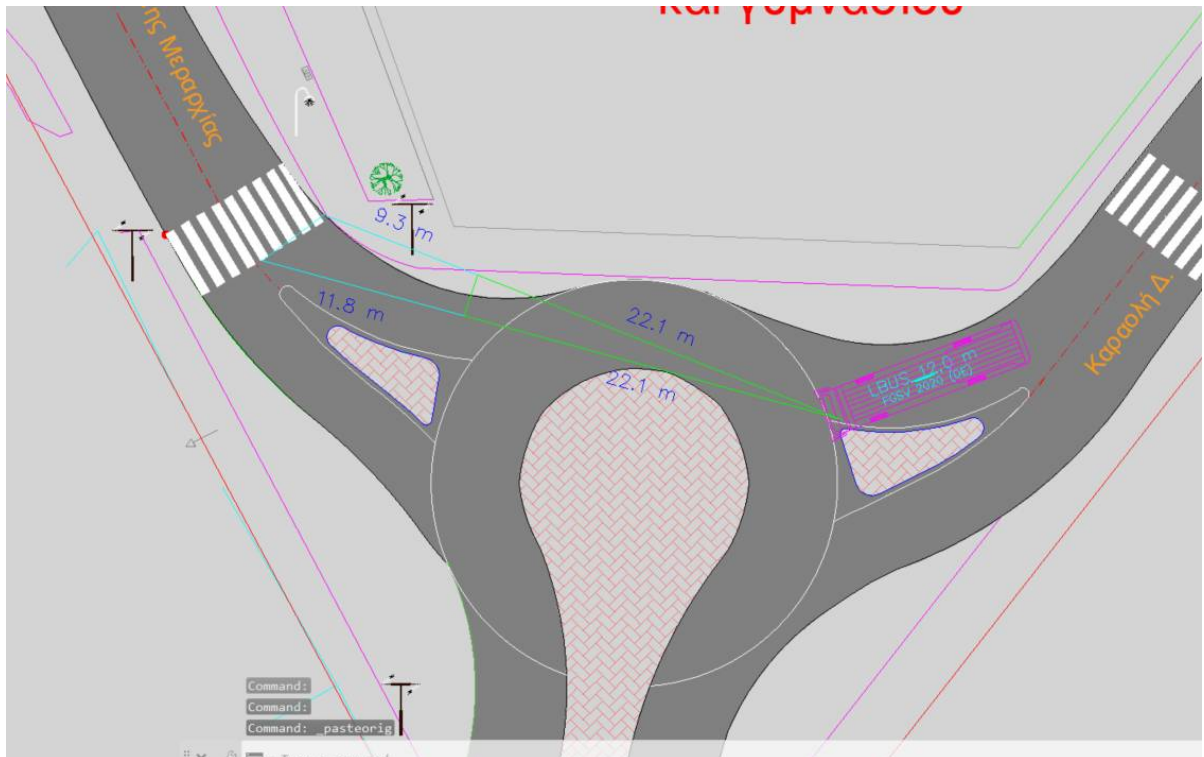
- Το μήκος ορατότητας για στάση μέχρι τη διάβαση πεζών, για τον ΒΔ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεραρχίας για ταχύτητα προσέγγισης 23,07km/h

α) της εισόδου υπολογίστηκε σε 31,1m

β) της εξόδου υπολογίστηκε σε 31,4m



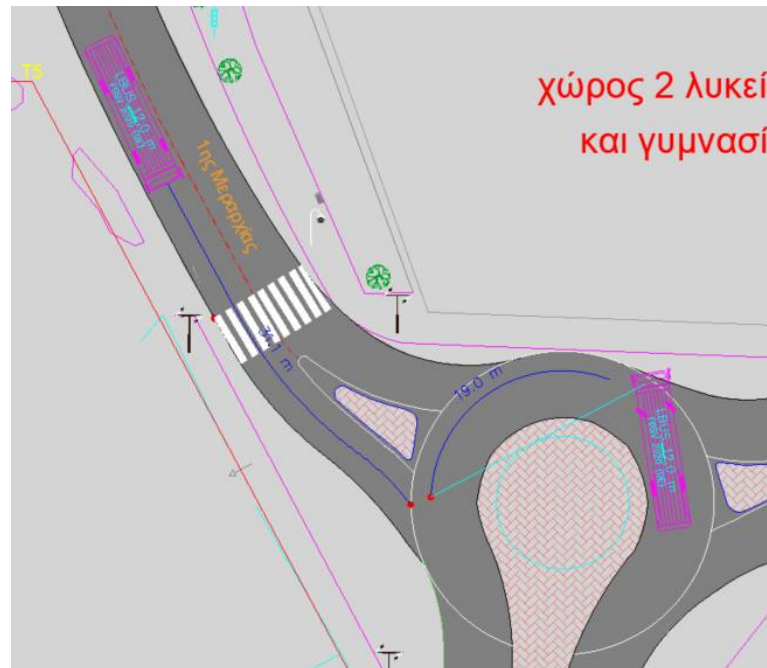
Εικόνα 15. Μήκος ορατότητας κλάδου εισόδου για στάση πριν τη διάβαση πεζών.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 16. Μήκος ορατότητας του κλάδου εξόδου για στάση πριν τη διάβαση πεζών.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Το μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΒΔ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεραρχίας και για ταχύτητα προσέγγισης 25km/h ανέρχεται σε 31,1μ.
- Το μήκος ορατότητας για στάση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας υπολογίστηκε σε 19m με ταχύτητα.



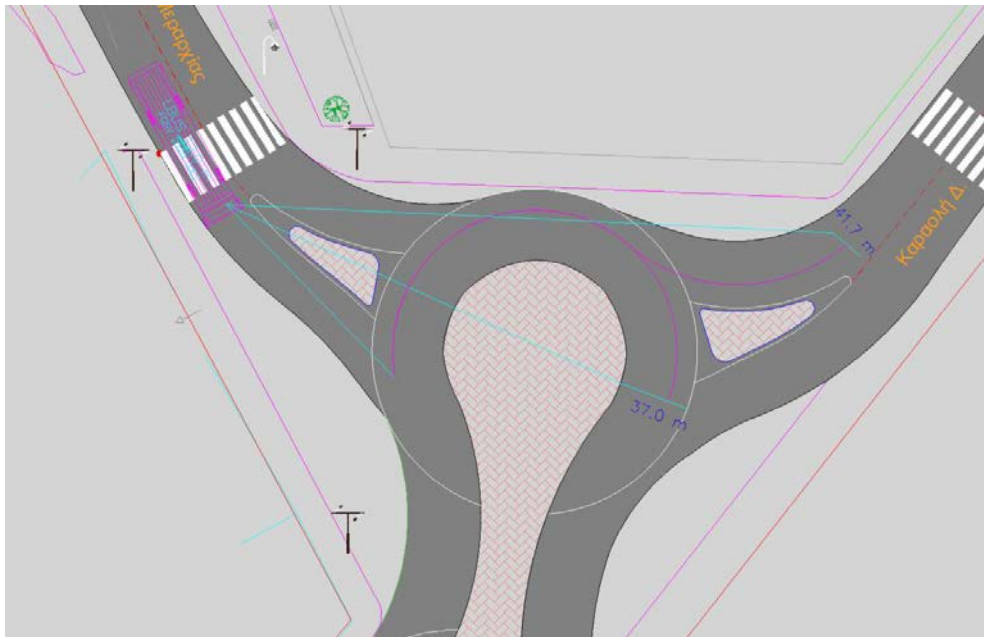
Εικόνα 17. Μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΒΔ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Το μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΒΑ κλάδο της οδού Καραολή Δ. και για ταχύτητα προσέγγισης 25km/h ανέρχεται σε 31,1μ



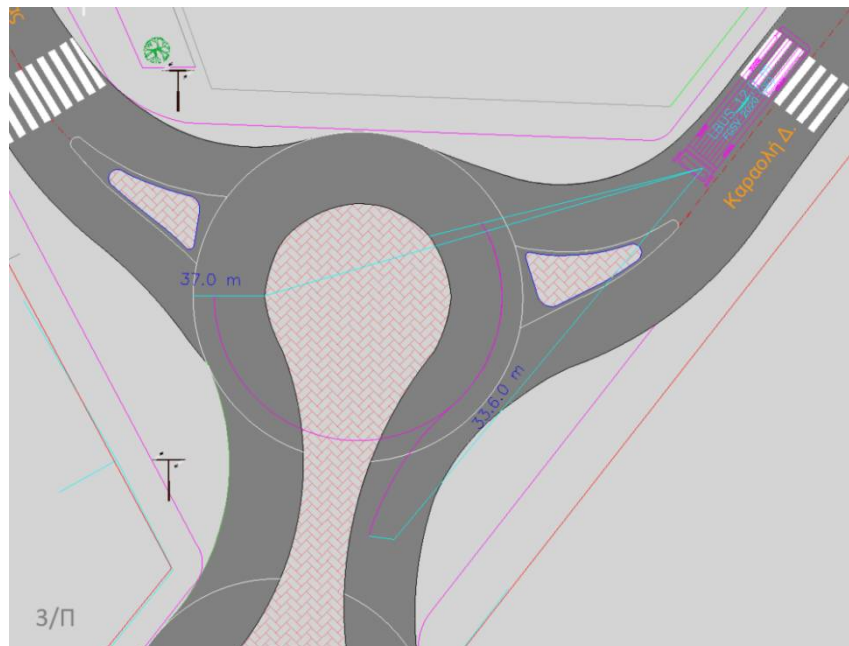
Εικόνα 18 Μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΒΑ κλάδο της οδού Καραολή Δ. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Τα τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας από την οδό ΒΔ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεραρχίας φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα



Εικόνα 19 Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας από την οδό ΒΔ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Τα τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας από τον ΒΑ κλάδο της οδού Καραολή Δημητρίου φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα:



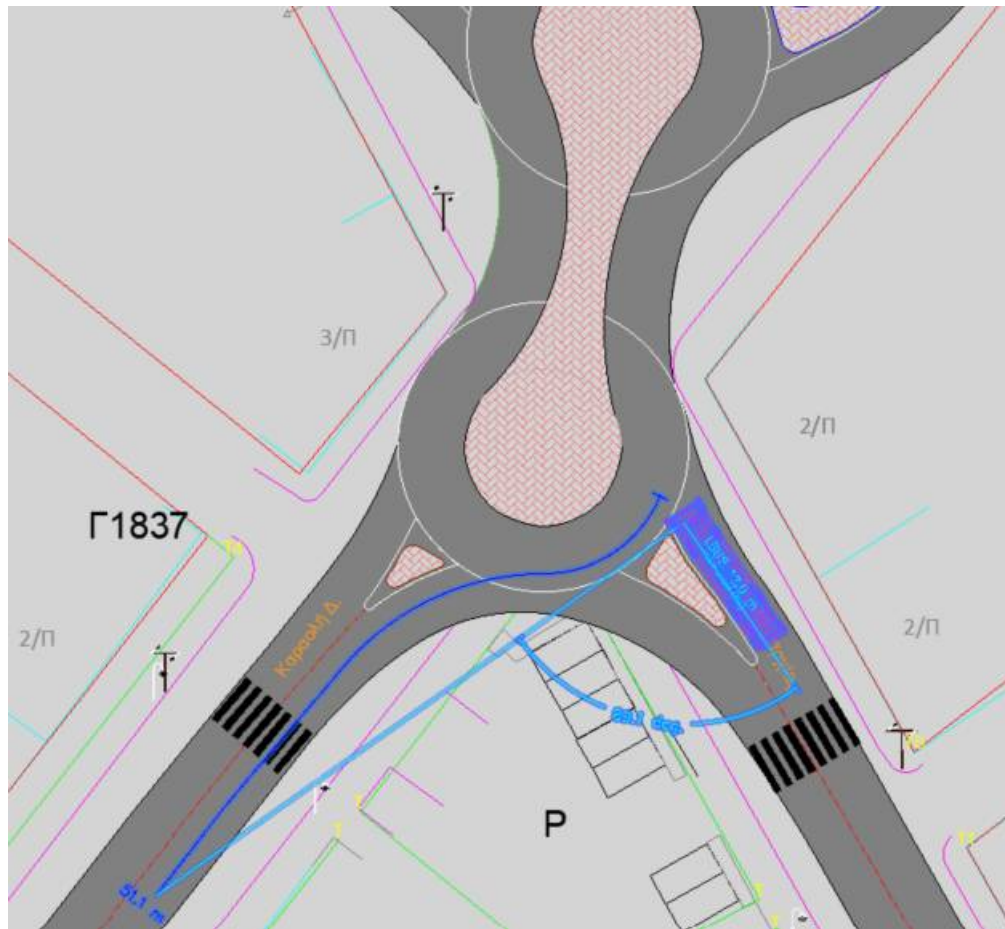
Εικόνα 20 Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας από ΒΑ κλάδο της οδού Καραολή Δημητρίου. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Η Γωνία εισόδου στον δακτύλιο κυκλοφορίας από την ΒΔ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεραρχίας ανέρχεται σε 124° και φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Σημειώνεται ότι οι απαγορεύσεις της ρυμοτομίας δεν επιτρέπουν περαιτέρω βελτίωση της γωνίας εισόδου σε μέγεθος μικρότερο των 112° .



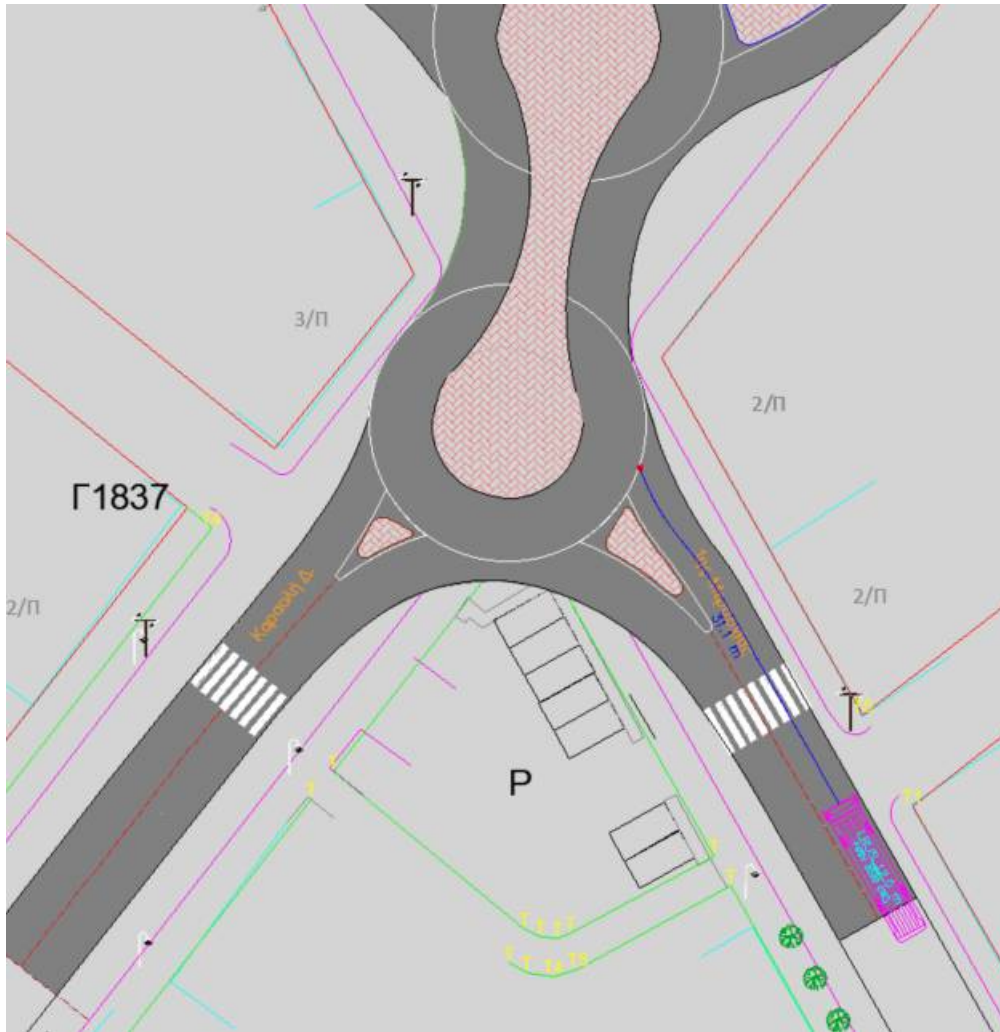
Εικόνα 21. Γωνία εισόδου στον δακτύλιο κυκλοφορίας από την ΒΔ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Η γωνία εισόδου στον δακτύλιο κυκλοφορίας από τον ΝΑ κλάδο της 1ης Μεραρχίας ανέρχεται 89° .



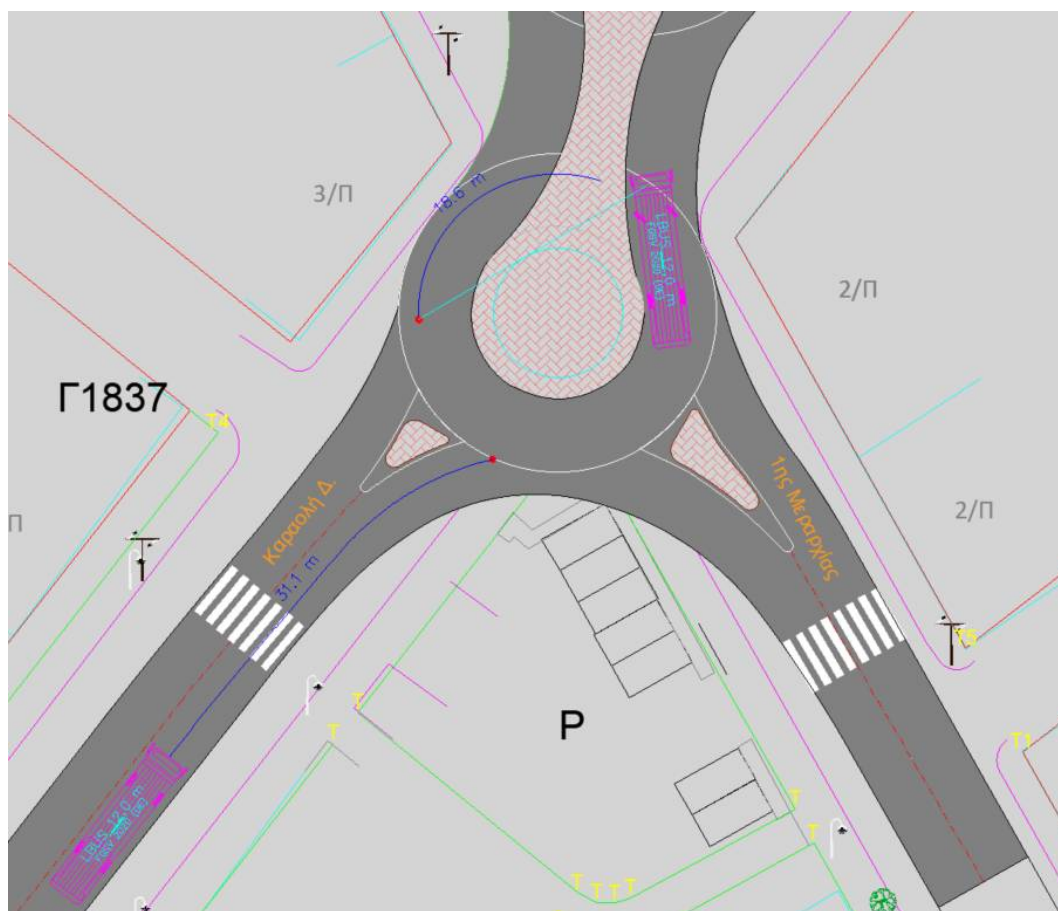
Εικόνα 22. Γωνία εισόδου στον δακτύλιο κυκλοφορίας από τον ΝΑ κλάδο της 1ης Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Το μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΝΑ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεραρχίας ανέρχεται σε 31.1μ με ταχύτητα προσέγγισης 25km/h.



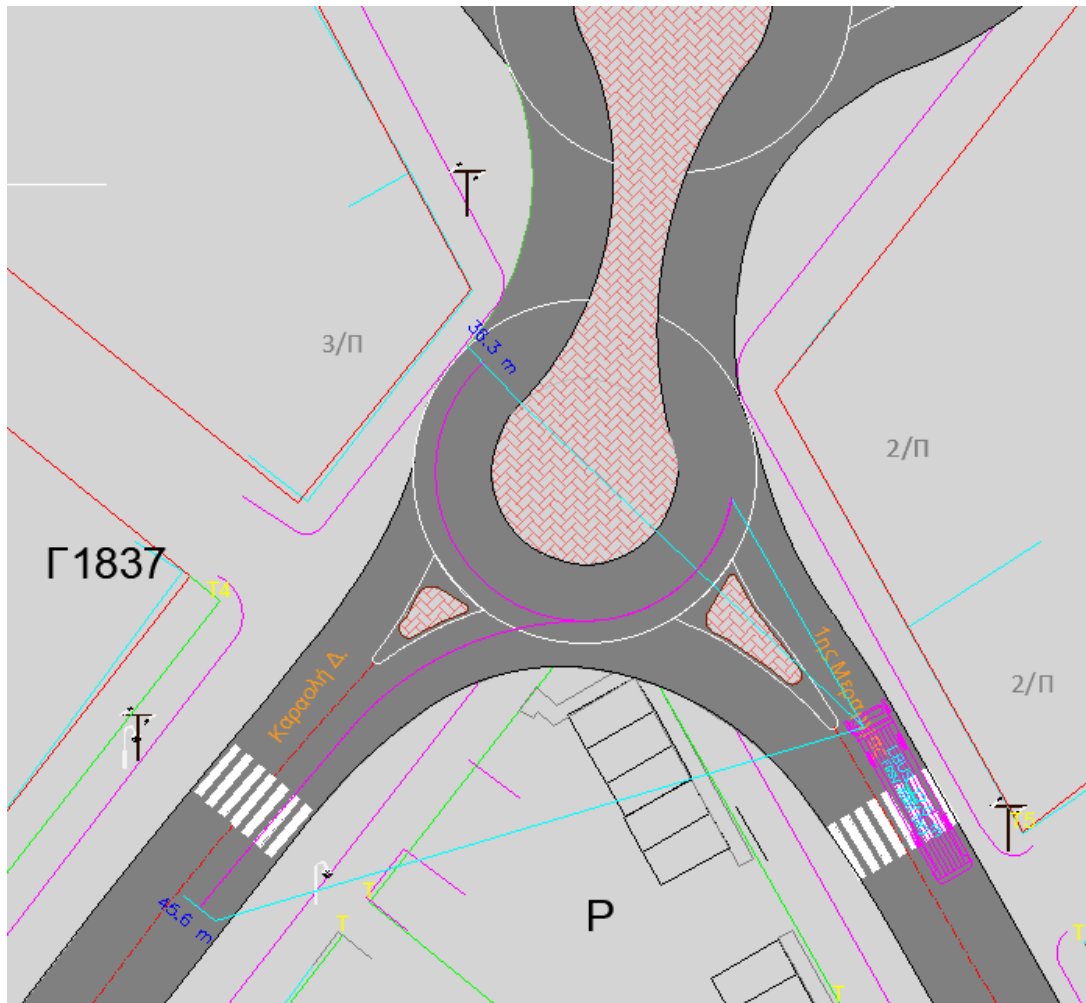
Εικόνα 23. Μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΝΑ κλάδο της οδού 1ης Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Το μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΝΑ κλάδο της οδού Καραολή Δ. και για ταχύτητα προσέγγισης 25km/h ανέρχεται σε 31,1μ
- Το μήκος ορατότητας για στάση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας υπολογίστηκε σε 18,6m.



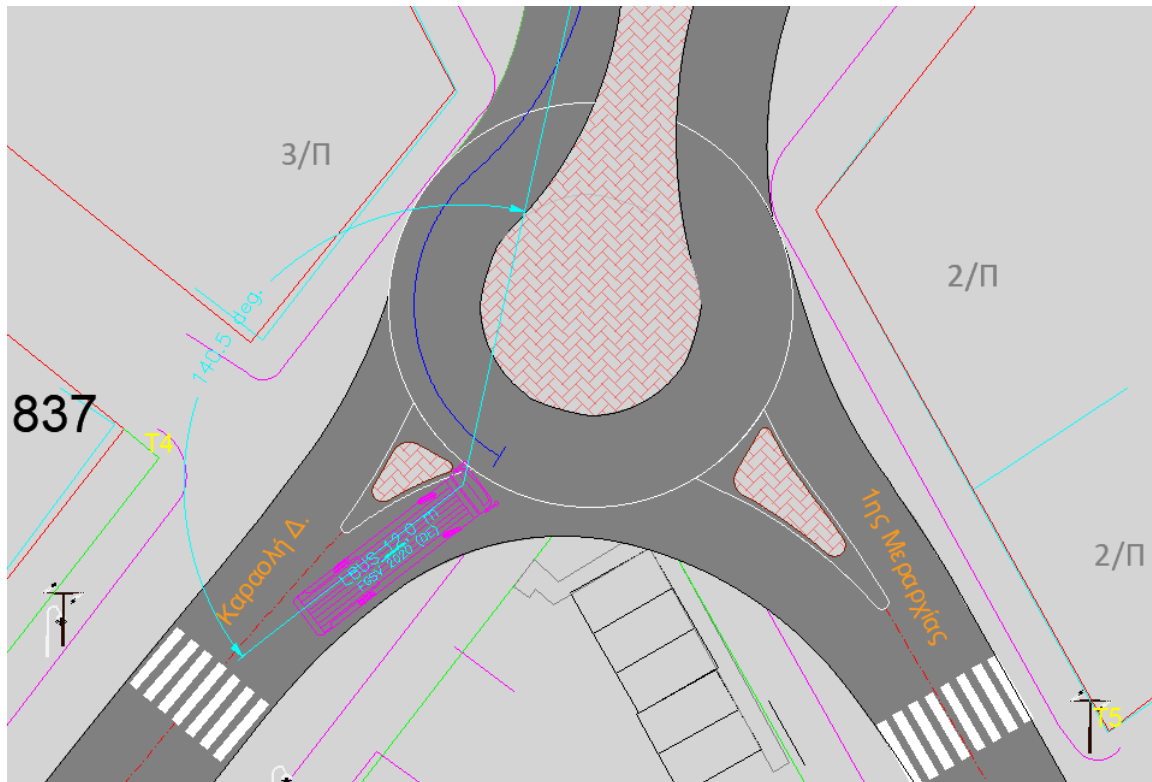
Εικόνα 24. Το μήκος ορατότητας για στάση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας και κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο για τον ΝΔ κλάδο της οδού Καραολή Δ.. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Τα τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας από τον ΝΑ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεταρχίας φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα:



Εικόνα 25 τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας από τον ΝΑ κλάδο της οδού 1^{ης} Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Η Γωνία εισόδου στον δακτύλιο κυκλοφορίας από την ΝΔ κλάδο της οδού Καραολή Δ. ανέρχεται σε 145° και φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Σημειώνεται ότι οι απαγορεύσεις της ρυμοτομίας δεν επιτρέπουν περαιτέρω βελτίωση της γωνίας εισόδου σε μέγεθος μικρότερο των 112°

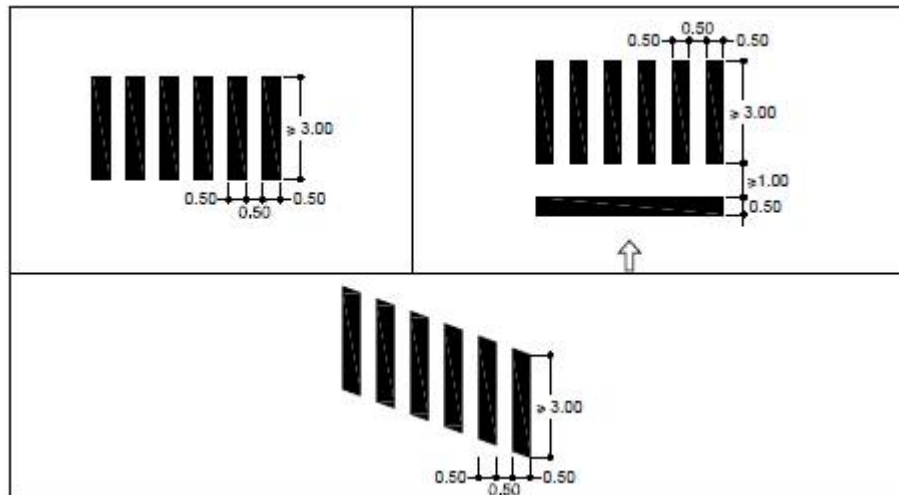


Εικόνα 26. Γωνία εισόδου στον δακτύλιο κυκλοφορίας από την ΒΔ κλάδο της οδού 1ης Μεραρχίας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

3.19 Πεζοδιαβάσεις

Στόχος των πεζοδιαβάσεων αποτελεί η άνετη και ασφαλής μετακίνηση των πεζών εγκάρσια του οδοστρώματος. Για αυτό το λόγο πρέπει να τοποθετούνται σε επαρκή απόσταση από τα άκρα των λωρίδων κυκλοφορίας, ώστε να παρεμβάλλεται χώρος για την τοποθέτηση της απαραίτητης σήμανσης. Στον προτεινόμενο κυκλικό κόμβο, επιλέχθηκαν πεζοδιαβάσεις στις συμβαλλόμενες οδούς σε αποστάσεις μεγαλύτερες του μήκους των διαχωριστικών νησίδων αφού λήφθηκαν υπόψη οι διαδρομές των ρών πεζών συναξιολογώντας την παρεχόμενη οδική ασφάλεια.

Σημαίνονται οριζόντια με κατάλληλη αντιολισθητική ανακλαστική διαγράμμιση μήκους 3 μέτρων με διαμόρφωση αναλογίας γραμμής-κενού 1:1. Τα πεζοδρόμια σε όλη την περιοχή μελέτης κατασκευάζονται με πλάτος τουλάχιστον 2 μέτρων και σε ύψος 15 εκατοστών σε σχέση με το οδόστρωμα. Η υψομετρική αυτή διαφορά στα σημεία των πεζοδιαβάσεων καλύπτεται με αντιολισθητικές ράμπες κλίσης 5%.



Σχήμα 40. Τυπική οριζόντια σήμανση πεζοδιάβασης. Πηγή ΟΜΟΕ ΙΚ, 2011

3.20 Αισθητική

Η κατασκευή ενός κυκλικού κόμβου συνδέεται τόσο με τη βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών και της οδικής ασφάλειας, όσο και με την αισθητική αναβάθμιση της περιοχής. Το βασικότερο πλεονέκτημα που προσφέρουν οι κυκλικοί κόμβοι στην αισθητική της γύρω περιοχής είναι η δημιουργία ελεύθερων χώρων για τοπιοτεχνία. Η ύπαρξη τοπιοτεχνίας στην κεντρική νησίδα συμβάλλει στη βελτίωση της ασφάλειας του κόμβου εξαναγκάζοντας τη διέλευση με χαμηλές ταχύτητες, διακόπτοντας τη θάμβωση μεταξύ των κινούμενων αντίθετα οχημάτων. Τοπιοτεχνία μπορεί να εφαρμοστεί ακόμη στις διαχωριστικές νησίδες ή στις πλευρές των προσβάσεων λαμβάνοντας βέβαια υπόψη τα δεδομένα της διαφύλαξης της ορατότητας.

Στον προτεινόμενο κυκλικό κόμβο, επιλέχθηκε η τοποθέτηση τοπιοτεχνίας στο μεγαλύτερο δυνατό μήκος στις πλευρές των προσβάσεων, και στο νότιο τμήμα λαμβάνοντας υπόψη τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας και τους περιορισμούς του σχεδίου πόλης (οριζοντιογραφία).

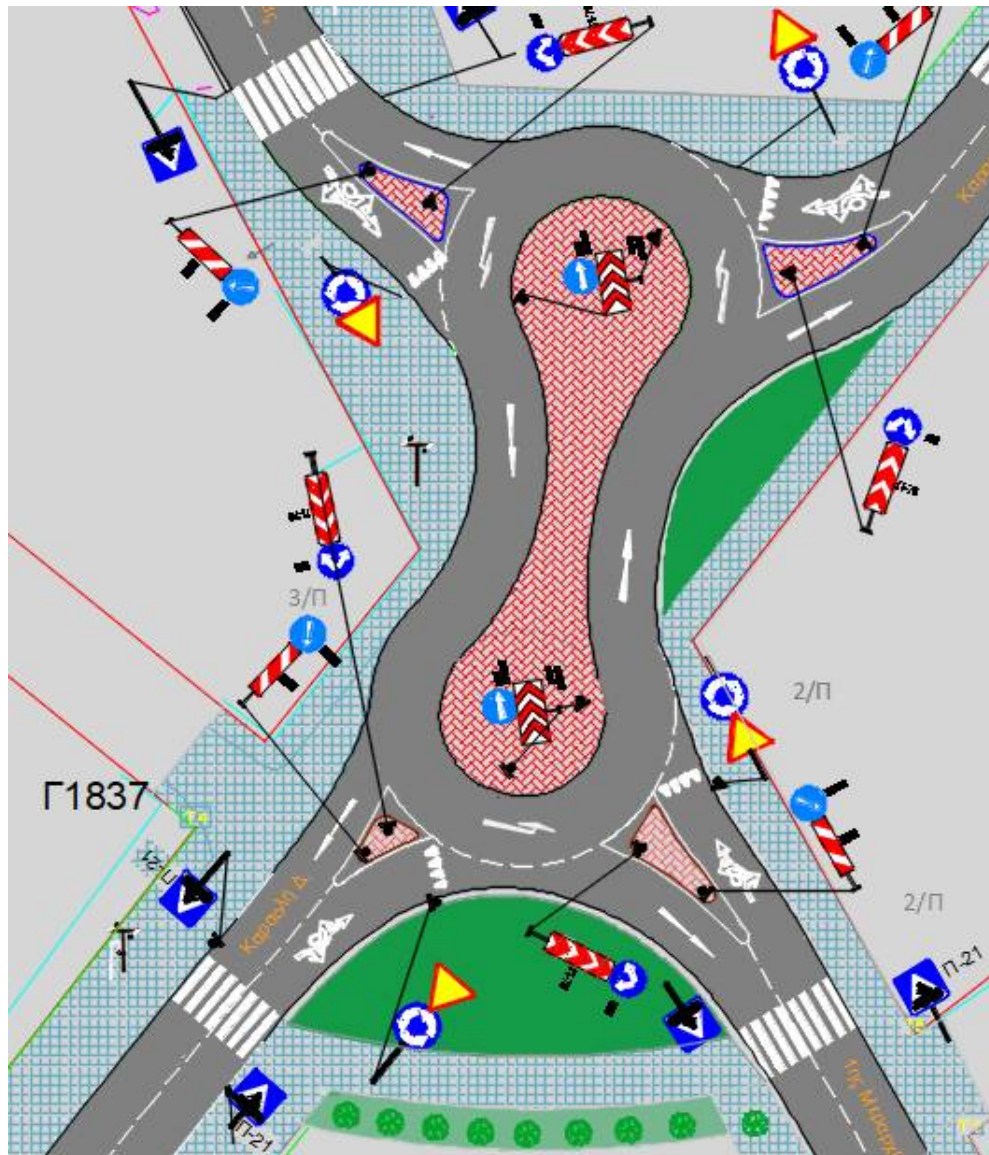
3.21 Κυκλοφοριακή σήμανση

Η παρουσία των Κ3 προαναγγέλλεται (με κατακόρυφη σήμανση) σε οδηγούς, πεζούς και ποδηλάτες και στη συνέχεια αυτοί καθοδηγούνται στη σωστή πορεία με τον απαιτούμενο συνδυασμό κατακόρυφης και οριζόντιας σήμανσης (ΟΜΟΕ Κ3,2012).

3.21.1 Οριζόντια σήμανση

Με τη χρήση βελών λωρίδων ανά προορισμό και η διαμήκης διαγράμμιση διαχωρισμού λωρίδων και κατευθύνσεων κυκλοφορίας επιτυγχάνεται η ασφαλής διευθέτηση της κυκλοφορίας στον κόμβο κυκλικής κίνησης σε κατάλληλα σημεία, με στόχο την έγκαιρη ενημέρωση για τους κανόνες χρήσης του κόμβου και η διαμήκης διαγράμμιση διαχωρισμού λωρίδων και κατευθύνσεων κυκλοφορίας, ώστε να αποθαρρύνονται οι οδηγοί σε αλλαγές μεταξύ λωρίδων. Ο εν λόγω σχεδιασμός αφορά σε μία λωρίδα κυκλοφορίας τόσο στις προσβάσεις όσο και στη ζώνη του δακτυλίου.

Όσον αφορά στην οριζόντια διαγράμμιση, υλοποιείται με ανακλαστική βαφή λευκού χρώματος. Η εξωτερική διαγράμμιση του δακτυλίου κίνησης πραγματοποιείται με διακεκομμένη γραμμή πάχους 20 εκατοστών, με αναλογία γραμμής-κενού 1,50-1,50 μέτρα. Η διαχωριστική γραμμή πλησίον του δακτυλίου κυκλοφορίας χαρακτηρίζεται από μήκος 15 μέτρων και πάχος 10 εκατοστών. Η προέκταση των τελευταίων αλλά και η εσωτερική διαχωριστική διαγράμμιση του δακτυλίου είναι πάχους 10 εκατοστών, με αναλογία γραμμής-κενού 1,50-1,50 μέτρα. Τέλος, σε όλο το μήκος των σκελών πρόσβασης, στα άκρα του οδοστρώματος και εκατέρωθεν των διαχωριστικών νησίδων, προβλέπεται συνεχής οριογραμμή πάχους 10 εκατοστών.

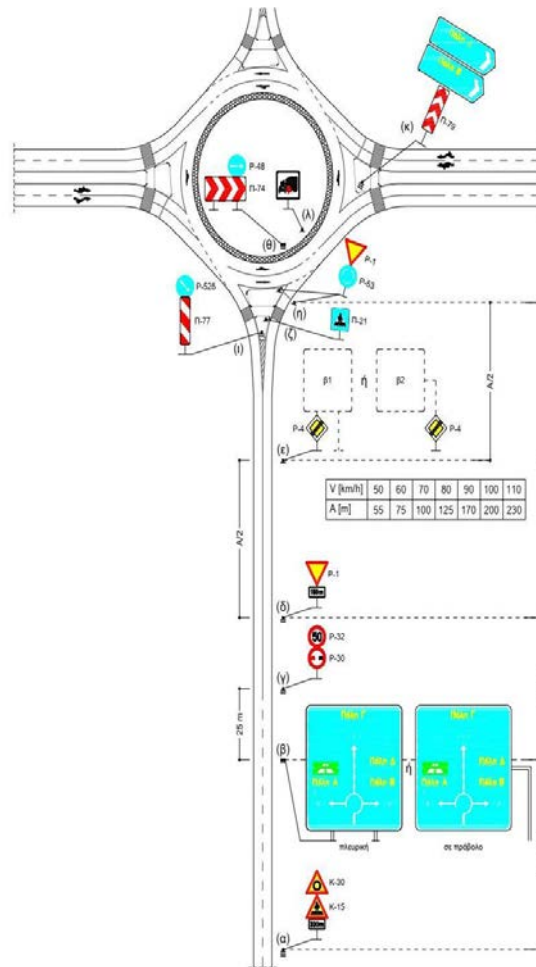


Εικόνα 27. Οριζόντια διαγράμμιση και κατακόρυφη σήμανση. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

3.21.2 Κατακόρυφη σήμανση

Η κατακόρυφη σήμανση ενός κυκλικού κόμβου αποτελείται από ρυθμιστικές πινακίδες του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (ΚΟΚ) και πληροφοριακές πινακίδες για τις πορείες ανά προορισμό. Στην περίπτωση σημαντικών αρτηριών με περισσότερες από 2 λωρίδες ανά κατεύθυνση, μετά από πινακίδα προαναγγελίας του κυκλικού κόμβου, συνίσταται εγκατάσταση κατακόρυφης σήμανσης χρήσης λωρίδων σε πρόβολο ή σε παράπλευρες πινακίδες (ΟΜΟΕ-Κ3, 2012).

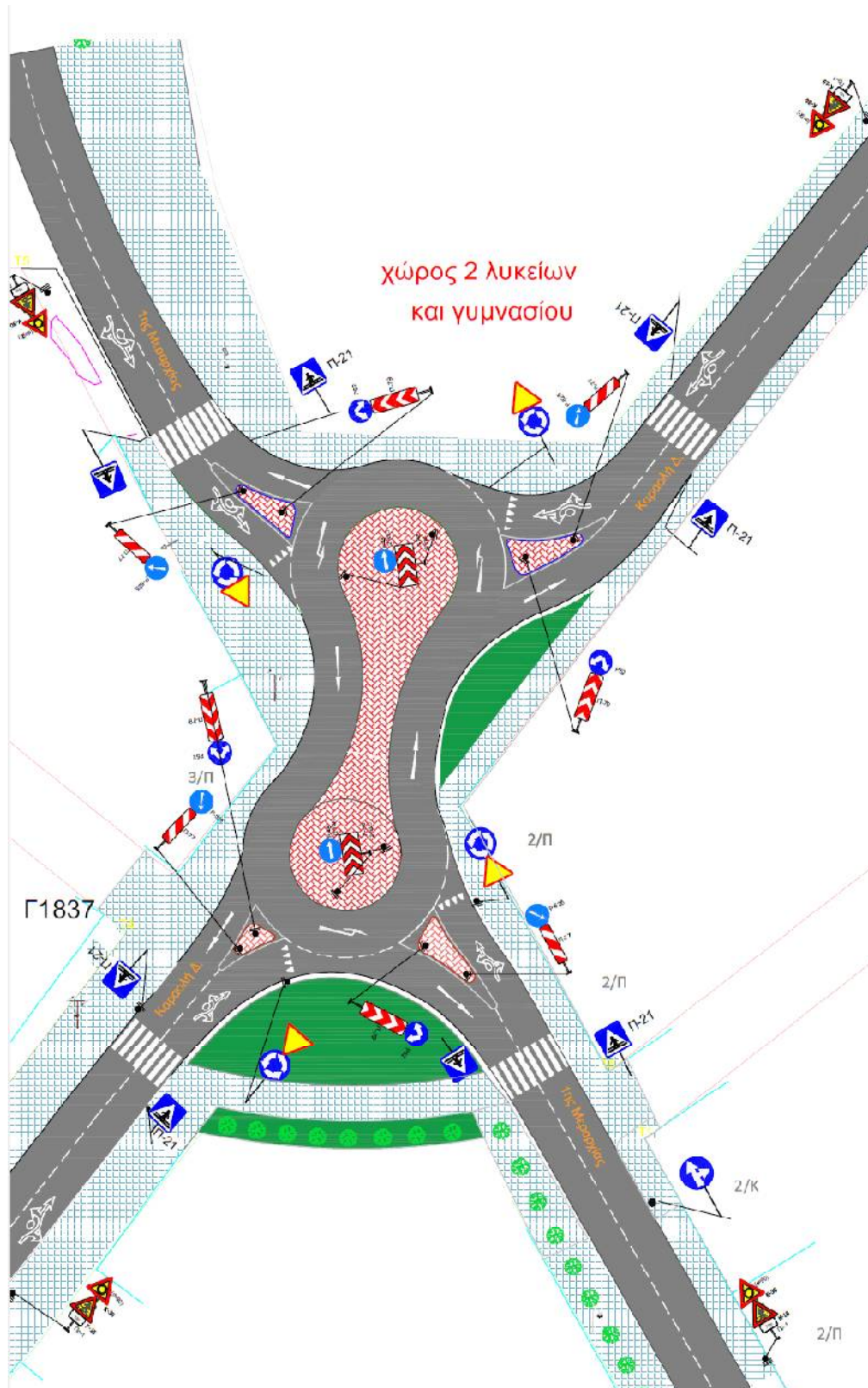
Στον κυκλικό κόμβο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η τοποθέτηση της κατακόρυφης σήμανσης πραγματοποιήθηκε με βάση το παρακάτω σχήμα και αφού λήφθηκε υπόψη ότι ο κόμβος αφορά σε αστική περιοχή.



Κατακόρυφη σήμανση σε προσβάσεις K^3 , 1 ή 2 λωρίδων
 Πηγή: ΟΜΟΕ- K^3 , 2012

3.22 Οριζοντιογραφία

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα προαναφερθέντα γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός κυκλικού κόμβου, διαμορφώθηκε η τελική οριζοντιογραφία της προτεινόμενης διάταξης με τη χρήση των λογισμικών Autodesk AutoCAD 2024 (με πράσινο έχουν επισημανθεί ζώνη χαμηλού πρασίνου).



Εικόνα 28.Οριζοντιογραφία. Με πράσινο χρώμα οι προτεινόμενες ζώνες χαμηλού πρασίνου.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων: Λειτουργική Κατάσταση Οδικού Δικτύου. (2001).

Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων: Χαράξεις. (2001).

Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων:Κόμβοι Κυκλικής Κίνησης. (2012).

Ξένα

Brilon, Werner (1998). "Roundabouts: A State of the Art in Germany." Transportation Research Circular E-C019: Urban Street Symposium. Transportation Research Board, Washington D.C., June 1998, pp. 96–103.

Nikiforiadis A., Andreas Nikiforiadis, L. Mitropoulos, S. Basbas, T.Campisi (2023). *International Design Practices for Roundabouts*. ICCSA (Workshops 8) 2023: 308-326

Brilon, Werner (2021). "State of the Art of Roundabout Performance for Promoting of Urban Safety". Transport and Safety, Springer Transactions in Civil and Environmental Engineering.

Wu N. and Brilon W. (2017): *Roundabout capacity analysis based on conflict technique*. 5th International Conference on Roundabouts, May 2017, Green Bay, Wisconsin.

Design Manual for Roads and Bridges, CD 116, Highways England, Revision 2 (April 2020)

Brilon, W., Studies on Roundabouts in Germany: Lessons Learned, 3rd International TRB-roundabout Conference, Carmel, Indiana, May 2011

Brilion W, 2018TRB Roundabout Conference Vail/CO May 2005

Ιστότοποι

Transport and Safety Systems. Approaches, and Implementation, [Transport and Safety: Systems, Approaches, and Implementation | SpringerLink](#) , προσπελάστηκε την 1-6-2025

Pedestrian Safety Guide and Countermeasure Selection System (PEDSAFE) http://www.pedbikesafe.org/PEDSAFE/casestudies_detail.cfm?CM_NUM=6&CS_NUM=96, προσπελάστηκε την 1-6-2025.

[Πολεοδομικά Δεδομένα](#) Δήμου Λαρισαίων: <https://gis.larissa-dimos.gr/poleodom/>, προσπελάστηκε την 1-6-2025

<https://www.oldpics.org/>, προσπελάστηκε την 1-6-2025